

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**  
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA  
Institut environmentálního inženýrství

# Hodnocení ekologického stavu vodních nádrží Na Nudli a Na Kulatém

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Michaela Adamčíková  
Vedoucí práce: prof. Ing. Raclavská Helena, CSc.

2015

**VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA**  
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY  
Institute of environmental engineering

# Evaluation of ekological status of water reservoir Na Nudli and Na Kulatém

BACHELOR THESIS

Author: Michaela Adamčíková  
Supervisor: prof. Ing. Raclavská Helena, CSc.

2015

## Zadání bakalářské práce

Student: **Michaela Adamčíková**

Studijní program: B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor: 3904R005 Environmentální inženýrství

Téma: **Hodnocení ekologického stavu vodních nádrží Na nudli a Na kulatém**  
**Evaluation of ecological status of water reservoir na Nudli and Na kulatém**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce
2. Charakteristika oblasti a vodních nádrží
  - 2.1 Přírodní poměry na lokalitách
  - 2.2 Historické využití území
  - 2.3 Procesy regenerace a obnovy krajiny v oblasti
3. Metody pro hodnocení ekologického stavu povrchových vod
  - 3.1 Výsledky hodnocení ekologického stavu povrchových vod v České republice
  - 3.2 Výsledky hodnocení ekologického stavu povrchových vod v povodí Odry
4. Možnosti uplatnění metodiky pro hodnocení stavu povrchových vod pro vodní nádrže Na nudli a Na kulatém
5. Hodnocení jakosti povrchových vod
6. Ostatní metody hodnocení jakosti povrchových vod
7. Návrh využití území s ohledem na udržení ekologického stavu
8. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Borovec J., Hejzlar J., Znachor P., Čtvrtlíková M., Blabolil P., Říha M., Matěna J., Kubečka J. (2014): Metodika pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero – návrh. Vodárenská biologie 2014, Ekomonitor, s.r.o. Chrudim, ISBN: 978-80-86832-78-4

Duras J. (2008): Ekologický potenciál vodních nádrží a jeho vztah k vodárenské praxi. Sb. Pitná voda 2008, W&ET Ten, České Budějovice, ISBN 978-80-254-2034-8. 41-46

Heiskanen A.S., van de Bund W., Cardoso A.C., Nóges P. (2004): Towards good ecological status of surface waters in Europe--interpretation and harmonisation of the concept. Water Sci Technol. 49 (7),169-77.

Kozlová M. (2011): Metodika stanovení prahových hodnot pro podzemní vodu v interakci s povrchovou vodou. Zpráva VaV Sp/Ze1/153/07,1-38.

Method statement for the classification of surface water bodies, V3. Monitoring Strategy. Water Framework Directive, Environment Agency, LIT 5769.

Moe J., Solheim A.L., Soszka H., Gołub M., Hutorowicz A., Kolada A., Picinska-Fałtynowicz J., Białokoz W. (2015): Integrated assessment of ecological status and misclassification of lakes: The role of uncertainty

and index combination rulesS. Ecological Indicators. 48, 605–615.

Pasztaleniec A., Poniewozik M. (2010): Phytoplankton based assessment of the ecological status of four shallow lakes (Eastern Poland) according to Water Framework Directive –a comparison of approaches. Limnologica. 40, 251–259.

Pérez G.L., Lagomarsino L., Zagarese H.E. (2013): Optical properties of highly turbid shallow lakes with contrasting turbidity origins: The ecological and water management implications. Journal of Environmental Management. 130, 207–220.

Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod. (příloha č.9).

Vyhláška č. 252/2013 Sb. o rozsahu údajů v evidencích stavu povrchových a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy.


<https://web.natur.cuni.cz/ekologie/vyuka/tekouci-vody/13%20Ramcova%20smernice%20jako%20nastroj%20Fuksa.pdf>  
<http://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/e-dopady/e-1.html>  
[http://www.vuv.cz/fileadmin/user\\_upload/pdf/vtei/2011/vtei\\_mim1-2011.pdf](http://www.vuv.cz/fileadmin/user_upload/pdf/vtei/2011/vtei_mim1-2011.pdf)  
[https://www.ufz.de/export/data/1/20380\\_1210\\_Bl3\\_19\\_Fedakova.pdf](https://www.ufz.de/export/data/1/20380_1210_Bl3_19_Fedakova.pdf)  
[http://www.geology.cz/vav-hydrocr50/vysledky-projektu/Metodika\\_prahove\\_hodnoty.pdf](http://www.geology.cz/vav-hydrocr50/vysledky-projektu/Metodika_prahove_hodnoty.pdf)  
[http://www.ekomonitor.cz/indexx.php?id=seminare\\_kalendar\\_detail&kod=201402051013](http://www.ekomonitor.cz/indexx.php?id=seminare_kalendar_detail&kod=201402051013)  
[http://www.doeni.gov.uk/overview\\_stds\\_and\\_classification.pdf](http://www.doeni.gov.uk/overview_stds_and_classification.pdf)

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

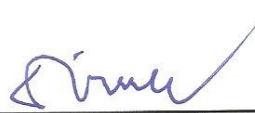
Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Helena Raclavská, CSc.**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015

  
doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová  
vedoucí institutu



  
prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.  
děkan fakulty

## **Poděkování**

Touto cestou bych ráda poděkovala mé vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Heleně Raclavské, CSc., za trpělivost a odbornou pomoc při jejím zpracování. Zároveň bych chtěla poděkovat Mgr. Danielu Vařechovi z Povodí Odry Ostrava za odběr pro hydrobiologický průzkum a poskytnutí dat.

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Ostravě dne 28. 4. 2015.

Michaela Adamčíková

Michaela Adamčíková

## **ABSTRAKT**

Tato práce pojednává o způsobech monitoringu, metodách hodnocení ekologického stavu a potenciálu vodních útvarů. V poslední kapitole jsou uvedeny výsledky provedených analýz z hodnocených vodních nádrží Na Nudli a Na Kulatém, které byly aplikovány na Metodiku pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero, která byla zpracována dle Rámcové směrnice vodní politiky 2000/60/ES.

*Klíčová slova: vodní nádrž, ekologický stav, metody hodnocení, přírodní poměry, monitoring*

## **ABSTRACT**

This paper discusses the methods of monitoring, methods for assessing ecological status and potential of water bodies. The last chapter presents the results from the analysis of the monitored water reservoirs Na Nudli and Na Kulatém, that have been applied to the methodology for assessing the ecological potential of heavily modified and artificial water bodies – category lake, which has been prepared in accordance with the Water Framework Directive 2000/60 / ES.

*Keywords: pond, ecological status, assessment methods, natural conditions, monitoring*

# **OBSAH**

<b>ÚVOD A CÍL PRÁCE .....</b>	<b>1</b>
<b>1 CHARAKTERISTIKA OBLASTI A VODNÍCH NÁDRŽÍ .....</b>	<b>2</b>
1.1 Přírodní poměry na lokalitách .....	3
1.2 Historické využití území .....	4
1.3 Procesy regenerace a obnovy krajiny v oblasti .....	4
<b>2 METODY PRO HODNOCENÍ EKOLOGICKÉHO STAVU POVRCHOVÝCH VOD .....</b>	<b>6</b>
2.1 Výsledky hodnocení ekologického stavu povrchových vod v České Republice.....	7
2.2 Výsledky hodnocení ekologického stavu povrchových vod v Povodí Odry	9
<b>3 MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ METODIKY PRO HODNOCENÍ STAVU POVRCHOVÝCH VOD PRO VODNÍ NÁDRŽE NA NUDLI A NA KULATÉM .....</b>	<b>12</b>
<b>4 HODNOCENÍ JAKOSTI POVRCHOVÝCH VOD.....</b>	<b>20</b>
<b>5 OSTATNÍ METODY HODNOCENÍ STAVU POVRCHOVÝCH VOD .....</b>	<b>25</b>
<b>6 NÁVRH NA VYUŽITÍ ÚZEMÍ S OHLEDEM NA UDRŽENÍ EKOLOGICKÉHO STAVU .....</b>	<b>28</b>
6.1 Identifikace fytoplanktonu.....	36
6.2 Hodnocení ekotoxicity .....	38
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>42</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>49</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>50</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>51</b>



## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

BBTT	Bakteriální bioluminiscenční test toxicity
BSK <sub>5</sub>	Biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní
CHSK <sub>Cr</sub>	Chemická spotřeba kyslíku stanovena dichromanem draselným
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
EU	Evropská unie
Kd (PAR)	Koeficient útlumu světla
KNK <sub>4,5</sub>	kyselinová neutralizační kapacita do pH 4,5

## ÚVOD A CÍL PRÁCE

Výběr tématu bakalářské práce Hodnocení ekologického stavu vodních nádrží Na Nudli a Na Kulatém byl ovlivněn zájmem o získání informací o stavu těchto nádrží, jelikož bydlím v místě jejich výskytu.

Vzhledem k tomu, že během let, kdy se v této lokalitě pohybuji, jsem zpozorovala změny kvality vody např. výskytem vodního květu, začal mě zajímat skutečný stav. Asi před 10-15 lety se totiž v nádrži Na Kulatém dalo ještě koupat a v létě bývala tato lokalita zaplněna lidmi. Po pár letech však bylo koupání zakázáno a dokonce během silných dešťů v roce 2011 došlo k rozsáhlému rozlití vody. V současné době jsem si všimla úpravných prací k revitalizaci vodních ploch, které se zde provádějí díky projektu EKOAKUANATURE, jež byl navržen občanským sdružením RACEK BOHUMÍN o. s.

Po prozkoumání metod monitoringu a Metodiky pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero, jež byla zpracována tak, aby vyhovovala požadavkům obsažených v Rámcové směrnici vodní politiky 200/60/ES, jsem opakovaně prováděla odběry vod z vodních nádrží Na Nudli a Na Kulatém a analýzu vod těchto nádrží, jejíž výsledky mi byly poskytnuty z laboratoří IGI, VŠB – TU Ostrava a Mgr. Danielem Vařechou (Povodí Odry Ostrava).

Cílem práce bylo zjistit ekologický stav vodních nádrží na Gliňoči. Výsledky mohou dále posloužit organizaci RACEK BOHUMÍN o. s., která je správcem vodních nádrží, k dalšímu plánování pro jejich využití nebo se mohou zabývat postupy pro zlepšení kvality vody v nádržích.

## 1 CHARAKTERISTIKA OBLASTI A VODNÍCH NÁDRŽÍ

Lokalita Gliňoč se nachází v městské části Bohumín - Skřečoň. Jeho rozloha činí 184,045 m<sup>2</sup>. Vodní nádrže na Gliňoči jsou umělé vodní plochy, které vznikly v důsledku těžby hlíny a poté i písku. [1]

První z nich není nádrž retenční, má středovou hloubku 4,2 m, rozlohu 5,472 m<sup>2</sup> a nazývá se „Na Kulatém“. Vyskytuje se v území s parcelním číslem 1304. Z živočichů se zde vyskytuje sumeček americký (*Ameirusnebulosus*), ropuška starostlivá (*Alytesobstetricans*) či skokan hnědý (*Ranatemporaria*). Z rostlinné populace je zde vysoce rozšířena křídlatka japonská (*Reynoutriajaponica*), křídlatka sachalinská (*Reynoutriasachalinensis*) a křídlatka česká (*Reynoutria x bohémica*).[1], [2]

Druhá vodní plocha je retenční, má spádovou hloubku 1,5 – 2,5 m, rozlohu 4,784 m<sup>2</sup> a je pro svůj tvar nazývána „Na Nudli“. Vyskytuje se v území s parcelním číslem 1306. Je silně obklopena druhy dřevin jako např. topol černý (*Populusnigra*) či topol kanadský (*Populus x canadensis*) a z tohoto důvodu zde nemůže docházet k takovému proudění vzduchu jako je tomu u nádrže „Na Kulatém“. Už podle zápachu je zde zřejmý výskyt cizorodých látek. [3], [4]

Tyto dvě vodní plochy jsou průtokově spojeny, tzn. propojeny podzemní vodní propustí pod pozemkem střelnice společnosti JSB MATSCH DIABOLO, která zde byla vybudována pro sportovní účely po zániku cihelny. Její základ tvoří násyp železobetonových prefabrikátů.[1]

Po zániku podniku PREFA, který podzemním potrubím o průměru 40-60 cm odebíral zdejší vodu pro svou průmyslovou výrobu, však přestala být voda užívána pro průmyslové účely a tím se stala nevyužívanou. Nedochází zde k akumulaci vody, a tudíž se zde jen usazují povrchové materiály a podzemní či povrchová voda.[3]

## 1.1 Přírodní poměry na lokalitách

Vodní nádrže se nacházejí pouhých 415 m od povrchového toku, který by mohl být napojen na tok Skřečoňka, který dále vtéká do toku Lutyňka a navazuje na řeku Olši. V příhraničním pásmu by se poté mohl napojit na povodí řeky Odry (hydrologické pořadí 2-03-03, rajon 1510, který obsahuje kvartérní fluvialní či glacifluviální sedimenty řeky). K tomuto napojení však nedošlo ani v současné době. Je zde sváděna pouze část povrchového přepadu a to s nedostačující propustností 15 cm. Tím je zamezeno migraci organismů a živočichů čímž je narušen přirozený vývoj této krajiny. Se zánikem podniku PREFA, který vodní plochy využíval pro průmyslové účely po zániku cihelny, byl ukončen i odběr akumulované vody, jelikož nový podnik ROCKWOOL změnil předmět výroby. [3], [5], [6]

Tímto zanikl odtok vody z biocentra. I přes to, že jedna z nádrží je retenční, nedochází k jejímu vypouštění či čištění a vzhledem k umístění u přístupové cesty ke střelnici se v ní nachází také odpadky. Kromě odpadu se zde také dostávají cizorodé látky z jímek střelnice, stavební materiál či chemické látky, které zde vyvážejí občané Skřečoně a okolních obcí. V době tání sněhů a ledu či značných deštů zde dochází v důsledku nedostačujícího odtokového poměru k zátopovým situacím. To má za následek např. i úhyn již vzrostlých stromů Olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), které vůči těmto situacím bývají odolné. [1]



Obrázek 1: Mapa hodnoceného území

Bod 1: 49.9021397N, 18.3863283E – Na Nudli

Bod 2. 49.9027686N, 18.3877553E – Na Kulatém

Bod 3. 49.9021119N, 18.3881736E - Střelnice

## **1.2 Historické využití území**

Vodní plochy nacházející se na území lesa Gliňoč vznikly původně jako jedna nádrž při těžbě štěrkopísků a zeminy skřečošskou cihelnou, která byla významným prvkem obce a nacházela se zde až do roku 1970, její činnost však byla ukončena již v roce 1956. Po ukončení těžby štěrkopísků začalo docházet k zaplňování vytěženého území shromažďováním povrchové a průsakem podpovrchové vody. I přes to, že šlo o vodu vznikající jako čistý pramen, byla vždy používána pouze pro průmyslovou a výrobní činnost. Jelikož zde nebyly vytvořeny podmínky pro přirozenou obnovu krajiny, následky jsou v krajině patrné i v současné době. Byla zanedbána veškerá činnost, která by napomohla obnově krajinných prvků na tomto území a návaznosti s dalšími biocentry. Ztvárnění krajiny sloužilo pouze potřebám člověka bez přihlédnutí na její ekologický stav.

Aby akumulovaná voda mohla stékat, bylo vystavěno podzemní potrubí o průměru 40-60 cm ve spádové oblasti čímž byla tato voda odváděna do průmyslové oblasti zabývající se výrobou betonových výrobků (státní podnik PREFA). [1]

Toto využívání vody mělo za následek zánik přirozeného vývoje hydrosféry a živých organismů. Situace zde byla řešena založením rybářského kroužku, který zde začal vysazovat ryby, raky a další živočichy, pro vznik rovnováhy vodního prostředí. Po zániku cihelny zde proběhla výstavba střelnice a vodní plocha byla rozdělena na dvě části. [3]

## **1.3 Procesy regenerace a obnovy krajiny v oblasti**

Občany Skřečoně zabývající se rybářstvím, ekologií a ochranou přírody bylo založeno občanské sdružení RACEK BOHUMÍN o. s, které požádalo město o nájemní vztah vůči vodním plochám, aby je mohli spravovat a zajistit ochranu a péči systému ekologické stability v krajině u vodních biocenter Gliňoče. Město

Bohumín jim povolilo od 26. 3. 2012 tuto činnost na dobu neurčitou a sdružení navrhlo projekt s názvem ECOAQUANATURE, který je zde prováděn díky podpoře z evropských fondů. Jeho účelem je navazovat na přirozený vývoj v krajině a odstranit vzniklá negativa nežádoucího zásahu člověka do krajiny. Rybářský svaz začal nejen s vysazováním živočichů (ryb, raků) do vodních ploch, ale také s ošetřováním zeleně, které je zaměřeno na těžbu dřevní hmoty. [3]

Krokem 1. programu ECOAQUANATURE je ponechání současného stavu vodních ploch jako dvou samostatných biocenter se samostatnými přítokovými a odtokovými poměry, kterými by navazovaly na ostatní biocentra krajiny. Pro tento stav nebylo obnovováno přerušené spojení obou nádrží podzemní propustí pod střelnici. [1], [3]

Po dokončení probíhajících prací došlo k odstranění nežádoucích dřevin v lesnaté části a zajištění izolace břehové části u obou vodních ploch. [1]

Střelnice a její další objekty jsou vystavěny na porézním násypu zpevněným železobetonovým odpadem prefabrikačních výrobků bývalého podniku PREFA. Ten sice tvoří zpevněný základ pro budovy a objekty, ale nebrání průsaku z povrchové kanalizace a kapacitně nedostatečné a špatně izolované jímky pro biologický a technický odpad z výroby. Zajištění a izolace byla provedena v kritickém místě, postupným navážením přírodního materiálu zeminy a udusáním jílu ve vrstvě šířky 1m kolem břehů obou nádrží až po základnu dna. [3]

U vodní nádrže „Na Kulatém“ je toto opatření dostačující k zamezení možného spodnímu průsaku a povrchovému splachování dešťové vody z objektu střelnice do vodních ploch a nádrží biocentra zejména v dolní části mezi oplocením objektu střelnice v délce pouze 35 m po úroveň staveb na střelnici. Toto je dostačující vzhledem na spádové poměry a přítokový poměr čisté vody z výronu štěrkopísků okolní krajiny mimo pozemek střelnice. [3]

## 2 METODY PRO HODNOCENÍ EKOLOGICKÉHO STAVU POVRCHOVÝCH VOD

Pro určení ekologického stavu povrchových vod je důležité jejich nepřetržité a důkladné mapování, podle něhož jsou poté vodní útvary děleny do pěti tříd. Za pomoci výsledků z těchto analýz je realizován pro každé období platnosti plánů povodí Program monitoringu povrchových vod, který se týká monitoringu situačního, provozního, Programu kvantitativních charakteristik povrchových vod či Programů průzkumného monitoringu. [7]

Situační monitoring je ve sledovaných částech toku učiněn z těchto důvodů:

- *„doplnění a ověření výsledků analýz charakteristik povodí a zhodnocení vlivů a dopadů na stav povrchových vod,*
- *hodnocení dlouhodobých změn přírodních podmínek,*
- *hodnocení dlouhodobých změn způsobených obecně lidskou činností,*
- *účelné a efektivní návrhy na aktualizaci ostatních programů monitoringu,*
- *vedení vodní bilance,*
- *zjišťování jakosti povrchových vod.“*[8]

Provádí se minimálně jeden rok na větším množství vodních útvarů pro uskutečnění zhodnocení souvislého stavu povrchových vod. Místa, v nichž je monitoring prováděn musí být reprezentativní pro skupiny vodních útvarů, velmi důležitá pro dílčí povodí případně celou oblast povodí. [7], [8]

Situační monitoring je prováděn jak ve stojatých tak tekoucích vodách. Ve stojatých vodách je v povodí Odry zaměřen hlavně na oblast údolních nádrží. Místo pro monitoring je určeno v každé nádrži v přímé blízkosti její hráze, kde je odebírán integrální vzorek v horních partiích vodního sloupce. Jsou zde prováděny také svislé zonální odběry v hloubkách po 5 m a blíže ke dnu nádrže po 10 m. [9]

V tekoucích vodách je monitoring prováděn v síti již existujících profilů monitorovacích programů. [9]

Provozní monitoring se uskutečňuje z důvodu:

- „zjištění stavu těch útvarů povrchových vod, které byly identifikovány z hlediska dosažitelnosti environmentálních cílů jako rizikové,
- vyhodnocení všech změn stavu těchto vodních útvarů vyplývajících z programů opatření.“[8]

Provozní monitoring sleduje všechny vodní útvary a území, která jsou vyčleněna odběru vody pro lidskou spotřebu, rekreačních vod, vod vyhrazených ke koupání, atd. Sledování toku probíhá z hlediska chemického, fyzikálního či ekologického stavu toku pro poskytnutí dokumentů pro jeho hodnocení, určení rizik a změn, které zde proběhly. [9]

## **2.1 Výsledky hodnocení ekologického stavu povrchových vod v České Republice**

Účelem všech monitorovacích procesů je zjištění dat o kvalitě vod pro zhodnocení ekologického stavu či potenciálu vodního útvaru. Vyhláška 98/2001 Sb., §12 stanovuje zvláštní programy pro monitoring. Patří mezi ně tyto:

- Rámcový program
- Program pro monitoring povrchových vod
- Program pro monitoring množstevních charakteristik
- Program průzkumného monitoringu [10]

Rámcový program pro monitoring obsahuje princip pro volbu míst k individuálním monitorovacím programům, v tomto případě situační, provozní a monitoring množstevních charakteristik pro vody povrchové i podzemní. Určuje také jednotlivé ukazatele a prvky jakosti vod a navrhuje minimální množství provedených monitoringů. [10]



Průzkumný monitoring se používá u vodních útvarů v nichž se vyskytují výjimečné jevy bez známého důvodu. Používá se i tam, kde je z výsledků situačního monitoringu patrné, že vodní útvar nedosáhne na dobrý ekologický stav a bude zapotřebí prozkoumat dopad havarijního znečištění. [9]

Hodnocení je jen prvním bodem v celkovém procesu plánu povodí. Následují cíle a další postupy s vodním útvarem. Zhodnocení stavu jako celku se uskutečňuje sloučením chemického a ekologického stavu (potenciálu). Používá se zásady nazývané one-out, all-out. Při tomto slučování jedna z hodnot přesahuje schválený limit pro dobrý ekologický stav a je tedy označena jako nevyhovující. [9], [10]

Prostředky a obsah celkového stanovení, práci s údaji a jejich statistické vyhodnocení včetně map určuje Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí v podobě vyhlášky. [9]

Všechny monitorovací procesy vykonávají správci povodí či jiné odborné subjekty. Pro tuto práci je pověřilo Ministerstvo zemědělství či Ministerstvo životního prostředí. Pověřené osoby mají povinnost dodržovat instrukce objektů, které je zřídili. [9], [10], [11]

K monitorovacím pracím mají právo žádat pro účely hodnocení vodních útvarů informace od osob, které s nimi nakládají či od správních úřadů. Osoby, jež jsou o tyto informace požádány, mají povinnost pověřeným osobám tyto údaje zdarma poskytnout. Údaje chráněny zvláštním právním předpisem pro utajované informace se do povinnosti poskytnutí nezahrnují. [9], [11]

Také pověřené osoby mají povinnost získané data o sběru a stavu vod poskytnout zdarma správnímu úřadu, Ministerstvu zdravotnictví ty, které zahrnují zacházení s vodními útvary vyskytujícími se v oblastech ochranných pásem přírodních léčivých zdrojů a minerálních vod. [11]

Pro to, aby mohly pověřené osoby beztestně vstupovat na území, kde je monitoring prováděn, bylo vydáno ustanovení §114 odstavec 1 a 2 zákona č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů. [11]

## 2.2 Výsledky hodnocení ekologického stavu povrchových vod v Povodí Odry

Pro získání dat byly prováděny 3 typy monitoringu: situační, provozní a průzkumný. Situační a provozní byly popsány výše. [11]

Průzkumný monitoring se od provozního a situačního monitoringu se odlišuje a je velmi nestálý. Návrh k provedení průzkumného monitoringu uděluje správce povodí, jimž je ČIŽP či jiný odborný subjekt. [9]

Tabulka 1: Sledované ukazatele pro situační a provozní monitoring [9]

Skupina ukazatelů  název	Počet monitorovacích míst			
	Provozní monitoring		Situační monitoring	
	Tekoucí vody	Stojaté vody	Tekoucí vody	Stojaté vody
<b>Biologické složky</b>				
Fytoplankton	72	9	8	5
Fytobentos makrofyta	140	5	8	5
Makrozoobentos	133	3	8	5
Ryby	-	-	8	5
Zooplankton	1	8	-	5
<b>Hydromorfologické složky</b>				
Hydrologický režim tekoucích vod	95	-	8	-
Kontinuita toku	-	-	8	-
Morfologické podmínky tekoucích vod	-	-	8	-
Hydrologický režim stojatých vod	-	3	-	-
Morfologické podmínky stojatých vod	-	-	-	5
<b>Chemické a fyzikálně-chemické složky</b>				
Průhlednost	44	10	8	5
Tepelné poměry	146	13	8	5
Kyslíkové poměry	146	13	8	5
Slanost	146	13	8	5
Acidobasický stav	146	13	8	5
Živinové podmínky	146	13	8	5
Prioritní látky (příloha 10)	66	10	8	5
Specifické znečišťující látky (příloha 8/9)	146	13	8	5
Ostatní znečišťující látky	146	13	8	5

Ekologický stav v Povodí Odry byl hodnocen dle předem daného postupu. Jako první se určily místa, ve kterých bude následně prováděn monitoring. Ukazatele, které se poté následně hodnotily, vycházejí z výše uvedené tabulky. Pro vyhodnocení dat byl brán v úvahu rovněž vliv antropogenních činitelů. Zhodnocení

chemického a ekologického stavu bylo uskutečněno srovnáním dat situačního a provozního monitoringu s limity pro relevantní ukazatele. [11], [12]

Hodnocení chemického stavu se provádí jak u vod stojatých, tak tekoucích. Dělá se samostatně pro kovy či antropogenní činitele a provádí se přímo či nepřímo. [12]

Přímo srovnáváním naměřených hodnot s limity pro dobrý chemický stav a nepřímo jsou naměřené hodnoty porovnávány s limitními hodnotami každé pro chemický stav každé látky zvlášť. [12]

Hodnocení ekologického stavu Povodím Odry se skládá z průzkumu jednotlivých biologických a fyzikálně chemických složek. [12]

Prvním ukazatelem jsou rybí společenstva, přičemž z tohoto hlediska bylo hodnoceno 17 vodních útvarů. Byl zkoumán obsah jednotlivých druhů všech věkových kategorií. Zjištěn byl vcelku dobrý stav rybích společenstev, což zapříčinilo zejména zlepšení kvality vody v posledních letech. [9]

Dalším hodnotícím kritériem jsou hydromorfologické složky, především pak spojitost vodních toků pro uskutečnění migrace vodních živočichů. Tohoto hodnocení bylo využito v místech, kde nebylo možno zhodnotit stav dle rybích společenstev. Ze 112 tekoucích vod bylo pouze 63 ohodnoceno jako vyhovující. [9]

K biologickým hodnotícím kritériím se řadí také makrozoobentos a fytoplankton. [9], [10], [13]

Makrozoobentos rozděluje pro hodnocení vodní útvary do dvou skupin. První je pro vodní útvary, které vyhovují a druhá pro ty, které nevyhovují. [9], [10]

Začíná se zhodnocením hydromorfologických podmínek. V případě, že se na vodním útvaru vyskytoval předmět, který by mohl zabraňovat migraci vodních živočichů, či se v něm nacházela např. dlažba, rovnou se dostal do druhé skupiny, tedy nevyhovující. Vodní útvar byl dále přerozdělován dle charakteristik daných typů - Tabulka 4 na str. 16. [9], [10]

U fytoplanktonu se jedná o porovnání jeho množství s limitními hodnotami uvedenými, které blíže specifikuje Tabulka 2. Z 9 hodnocených útvarů se všechny zařadily do třídy dobrého ekologického stavu. [9], [14]

Tabulka 2: Dobrý a nevyhovující stav (D/S) dle makrozoobentosu a chlorofylu ve fytoplanktonu [15]

UKAZATEL (charakteristická hodnota)	JEDNOTKA	HRANICE STAVU	Skupina typů vodních útvarů							
			A	B	C	D	E	F	G	H
<b>makrozoobentos</b> (průměr)	saprobní index	D/S	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3
<b>chlorofyl-a</b> duben–říjen (průměr)	µg.l <sup>-1</sup>	D/S						25	25	50

Jako poslední je prováděno hodnocení pro fyzikálně chemický stav. Patří zde teplota, kyslík, salinita, acidobazický stav, živiny a všechny tyto hodnoty jsou srovnávány s limitními hodnotami pro všeobecné fyzikálně chemické složky. Ze 112 vodních útvarů bylo zařazeno do skupiny dobrého ekologického stavu 59. [9]

Ze všech již výše zmíněných kritérií vypracovalo Povodí Odry vyhodnocení ekologického stavu (Tabulka 3), podle něž celkově vyhovujícího ekologického stavu dosáhlo 53 hodnocených vodních útvarů ze zkoumaných 112. [9]

Tabulka 3: Vyhodnocení ekologického stavu (Povodí Odry) [9]

	Fyzikálně chemické složky (počet útvarů)	Biologie (počet útvarů)	Ekologický stav (počet útvarů)
<b>vyhovující stav</b>	<b>67</b>	<b>55</b>	<b>53</b>
<b>potenciálně nevyhovující stav</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>12</b>
<b>nevyhovující stav</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>47</b>

### 3 MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ METODIKY PRO HODNOCENÍ STAVU POVRCHOVÝCH VOD PRO VODNÍ NÁDRŽE NA NUDLI A NA KULATÉM

Mezi stojatou vodu řadíme jezera, rybníky, bažiny, slatiny, tůňky, rašeliniště či vodní nádrže. Na rozdíl od vod tekoucích je zde mnohem menší cirkulace vody a je zde mnohem důležitější vertikální charakter toku, zejména obsah kyslíku, světlo, teplo či množství vyskytujících se organismů. [16], [17]

Nejvyšší množství kyslíku se u vodních nádrží nachází v blízkosti přítoku a u hladiny, se zvětšující hloubkou poté jeho obsah klesá. Světlo a jeho množství je důležitým prvkem pro vodní rostliny a fytoplankton. Teplota vody poté souvisí s rozmanitostí a počtem druhů, které se ve vodní nádrži vyskytují. Nejdůležitější pro přežití vodních organismů je teplota 4 °C, při které voda dosahuje u dna největší hustoty a umožňuje jim přežití v zimním období. [16]

Volná hladina na rozdíl od dna vodní nádrže má dostatečné množství světla i kyslíku. V pelagiálu (volné hladině) se vyskytují organismy, jako jsou bakterioplankton, zooplankton, fytoplankton a nekton. Dno vodní nádrže (bentál) obývá bentos, kterému vystačí živiny obsažené v hojném množství, ale menší obsah kyslíku a světla. [18]

Vodní nádrže se dělí na **umělé** a **přírozené**. Způsoby vzniku těch přirozených jsou různé a souvisí s jejich dalším dělením. V dobách, kdy území pokrýval ledovec, jsou ledovcová jezírka. Další nádrže jsou např. tektonického, vulkanického či krasového původu, ale vyskytují se také u řek a mořských pobřeží. Umělými jsou pak např. rybníky a vodní nádrže. [16], [19]

Obsah živin ve vodách je také jedním z faktorů umožňujících rozdělení vod na:

- **Oligotrofní** – nízká produkce organické hmoty, dostatečné množství kyslíku, nízká tvorba sedimentů
- **Eutrofní** – vysoká produkce organické hmoty, nízký obsah kyslíku

- **Distrofní** – nízký obsah organických látek, vysoký obsah huminových kyselin [16]

Trofie se dále dle trofického potenciálu, tedy schopnosti poskytnout vodním živočichům zdroj obživy, rozděluje do 6 kategorií:

- **Ultraoligotrofie** – nízká schopnost obživy až voda neúživná
- **Oligotrofní** – slabá schopnost poskytnutí zdroje obživy
- **Mesotrofní** – střední schopnost poskytnutí zdroje obživy
- **Eutrofní** – silná schopnost poskytnutí zdroje obživy
- **Polytrofní** – velmi silná schopnost poskytnutí zdroje obživy
- **Hypertrofní** – vysoká schopnost poskytnutí zdroje obživy vodním živočichům [20]

Jako zvláštní druhy označujeme např. rašeliniště a slatiny. Rašeliniště jsou mokřadní biotopy s vysokým stupněm zamokření což má za následek nedostatečný rozklad organické hmoty dekompozitory a to zapříčiňuje její ukládání. Je zde nízký obsah dusíku a fosforu, ale vysoký obsah huminových kyselin. V oblastech s vysoko položenou hladinou podzemní vody se vyskytují slatiny (bažiny, mokřady) a jedná se o druh rašeliniště. [16]

**Mělká jezera** by mohla vykazovat alternativní stabilní stavy s kontrastní strukturou společenstev. V posledních desetiletích však mnoho jezer po celém světě změnilo svůj obsah čisté vody s hojným růstem makrofyt na zakalené vody, které se vyznačují buď květy sinic, nebo vysokým promícháváním sedimentu. Mnoho jezer se posunulo do zakalených stavů v reakci na progresivní kulturní eutrofizace. [21], [22]

Tento scénář je podporován Studií mělkých jezer v rámci ekologické souvislosti s konečným cílem zvýšit účinnost aktivních strategií v oblasti řízení ekosystému. Kupodivu, i když koncept dostupnosti světla je jádrem současných ekologických teorií o Funkčnosti mělkých jezer, detailní optickou studií bylo zjištěno, že zakalená jezera jsou vzácná. [21], [22]

Rozptýlený vertikální Koeficient útlumu světla ( $K_d$  (PAR)) je vnitřní odhadce pronikání světla, a je z něj zřejmá optická vlastnost vody. Její hodnota závisí nejen na komponentách ve vodě, ale také na úhlu dopadu slunečního záření, povrchových vln a oblačnosti. Stanovení  $K_d$  (PAR) je omezené dostupností podvodních světelných metrů a povětrnostních podmínek.[22]

Podvodní optické vlastnosti jsou velmi citlivými indikátory změny ekosystému, a proto jsou důležité pro interpretaci stavu životního prostředí. Vztahy mezi optickými účinky látek, inherentními optickými vlastnostmi a zdánlivými optickými vlastnostmi byly studovány za účelem rozvoje diagnostických nástrojů týkajících se  $K_d$  (PAR) a jeho obsahu ve vodě, nastavení obecného měřítka modelování útlumu světla a určení hlavních faktorů ovlivňujících teplotní variabilitu v průhlednosti vody.[22]

K hlavním znečišťujícím látkám ve vodách patří sloučeniny chloru, fosforu, dusíku a síranů. [23]

**Sloučeniny chloru** se do vod dostávají zvětráváním a vyluhováním z hornin. Vyskytují se ve splaškových, atmosférických a zemědělských odpadních vodách. Značným zdrojem je posyp vozovek v období zimy. [23]

Nejčastěji se ve vodách vyskytují chloridy, chlorany, kyselina chlorná, elementární chlor, chloraminy, chloritany, chlorečnany, oxid, chloričitý a organické chlorderiváty. Nejčastější formou vyskytující se ve vodách jsou chloridy. Jejich koncentrace dosahuje ve vodách jednotek až desítek mg/l. Chloridy se zároveň s dalšími prvky, jako jsou např. hydrogenuhličitan, sírany a dusičnany, řadí mezi základní anionty, které se vyskytují v přírodních vodách. [23], [24]

I když se jedná o látky hygienicky nezávadné, ve vyšších koncentracích mají dopad na chuť vody. Maximální přípustná koncentrace, kdy chuťově chloridy ve vodě nejsou znát je asi 200 mg/l, u vod pitných 100 mg/l. [23]

Přírodními zdroji **sloučenin fosforu** je jejich rozpouštění a vyluhování z minerálů a zvětralých hornin. Řadí se k nim apatit, variscit, strengit či vivianit. Anorganický fosfor má své zdroje zejména ve fosforečných hnojivech a odpadních vodách z myček nádobí, kde se vyskytují v mycích prostředcích. Organický fosfor pochází

z živočišných odpadů, přičemž člověk jej denně vyloučí až 1,5 g. Ve vodách se vyskytuje v rozpuštěné a nerozpuštěné formě. [23], [25]

Sloučeniny fosforu mají důležitý význam při koloběhu látek. Jsou důležité pro nižší i vyšší organismy, kterými je přeměňován na fosfor organicky vázaný. Velmi výrazně koncentrace fosforu působí na tvorbu řas a sinic (eutrofizaci). Jako ukazatel znečištění vodního toku se používá celkový fosfor a jeho přípustné hodnoty jsou pro ostatní povrchové vody 0,4 mg/l. [23], [25]

**Sloučeniny dusíku** mají antropogenní a organický původ. K významným anorganickým zdrojům se řadí splaškové odpadní vody, u kterých je důležitá produkce dusíku 1 obyvatele/den. Dále jsou zdrojem odpady ze zemědělství, potravinářského průmyslu a průmyslové odpadní vody. Organického původu jsou poté ty sloučeniny dusíku, které se vyskytují v atmosférických vodách. [23], [26]

Při oxických podmínkách jsou tyto látky stabilní, ale v anoxických podmínkách se stávají nestabilními a vzniká elementární dusík (oxid dusný). Vysoké koncentrace dusíkatých látek se mohou vyskytovat především v místech výskytu borových lesů, kde se ve svrchních písčitých vrstvách vyskytují bakterie schopné vázat elementární dusík. [27]

**Sloučeniny síry** se ve vodách vyskytují vázané anorganicky i organicky. Mezi organické se řadí sulfan, thiokyanatany, elementární síra, thiosířany, siřičitany a sířany. K anorganickým patří aminokyseliny, bílkoviny, thioly a sulfosloučeniny.

Vyšší koncentrace mají vliv na chuť vody a spolu s větší koncentrací hořčíku mají laxativní účinky. Povolenu koncentrací pro pitnou vodu je 250 mg/l. [23], [28]

Pro vyhodnocení dat získaných z odběrů vod z vodních nádrží Na Kulatém a Na Nudli v oblasti Gliňoč byla použita Metodika pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů - kategorie jezero. Její součástí je také typologie vodních útvarů (viz Tabulka 4) a vývoj českého indexu ekologické kvality vodních útvarů pro fyzikálně chemické a biologické složky ve vodních ekosystémech, do níž se řadí společenstva fytoplanktonu, makrofyt a ryby. [29]



Tabulka 4: Charakteristiky typů vodních útvarů [29]

Popis	Pozice	Počet kritérií	Kritérium	Kód
nadmořská výška v m n. m. (h)	A	3	$h < 200$	1
			$200 \leq h < 700$	2
			$h \geq 700$	3
zeměpisná šířka (zš)	B	1	$48,63443N \leq zš <$	1
zeměpisná délka (zd)	C	1	$12,35094E \leq zd <$	1
maximální hloubka v m (zmax)	D	2	$z_{max} < 13$	1
			$z_{min} > 13$	2
geologie	E	2	krystalinikum a vulkanity	1
			pískovce, jílovce, kvartér	2
velikost v km <sup>2</sup> (A)	F	1	$A > 0,5$	1
průměrná hloubka vody v m (zprum)	G	2	$z_{prum} < 5$	1
			$z_{prum} > 5$	2
doba zdržení v letech (TRT)	H	3	$TRT \leq 1$	1
			$0,1 < TRT < 0,5$	2
			$TRT \geq 0,5$	3

Pro ohodnocení fyzikálně-chemických a hydromorfologických složek je důležité získat data o přítomnosti biologických složek. Toto hodnocení se však navrhuje jen pro třídy na hranici mezi dobrým a středním potenciálem. Pro ty ostatní se užívá jen biologických složek. [29], [30]

Aby bylo možno ekologický potenciál hodnotit, je potřeba získávat data z reprezentativního profilu vodního útvaru alespoň v období 3 let (duben-říjen) a vyhodnotit je. U těch složek, kde bylo vyhodnocováno minimum a maximum

je třeba při nižším počtu provedených měření dbát na to, aby byly podchyceny období, v nichž se tato maximální či minimální hodnota vyskytuje. [29]

Fytoplankton a jeho výskyt ve vodách je sezónní záležitostí. Během zimy se jeho množství ve vodě snižuje a k nejznatelnějšímu výskytu dochází v období léta, kdy dochází k ovlivnění kvality vody. Z tohoto důvodu se při měření a získávání dat doporučuje provádět odběry v období duben-říjen, kdy je jeho výskyt zvýšený. [29]

U metrik ke stanovení ekologického potenciálu byly u fytoplanktonu použity údaje odrážející trofický tvar vodního útvaru (objemová biomasa, koncentrace chlorofylu) a složení fytoplanktonu (biomasa sinic, trofický index). [29]

Makrofyta neboli rostliny jež jsou zcela či částečně vázány na život ve vodním prostředí a řadí se mezi biologické složky pro hodnocení ekologického potenciálu. V Rámcové směrnici o vodní politice ES 2000/60/ES, jsou metriky pro jejich hodnocení rozděleny:

- kvantitativní složení makrofyt
- semikvantitativní zastoupení
- maximální hloubka osídlena makrovegetací [29], [31]

Metody pro hodnocení druhového složení makrovegetace (3 skupiny):

- druhy s různým trofickým indexem
- druhová rozmanitost
- zastoupení funkčních skupin [29]

Ke kvantitativním metrikám vyjadřující početnost makrofyt se řadí pokryvnost a maximální hloubka osídlená makrovegetací. Vyjadřují jaký vliv má eutrofizace spojována se zvyšujícím se počtem živin, vývoj fytoplanktonu, nárůst zákalu a toto vše má za následek zhoršení stavu světelných podmínek. [29], [32]

Tabulka 5: Metriky a ekologické třídy pro makrofyta [29]

Kód typu vodního útvaru	Metrika	Nejlepší	Střední	Nejhorší
A-B-C-D-E-F-G-H	Druhová početnost	$\geq 10$	10-5	$< 5$
A-B-C-D-E-F-G-H	Pokryvnost v produktivní zóně (%)	$\geq 20$	20-10	$< 10$

Multimetrický index rybích společenstev je další z metrik používaných v tomto metodickém pokynu. V hlubokých nádržích se používají hodnoty, jako je biomasa ryb u hráze ve vrstvě 0-5 m, biomasa ryb na přítoku ve vrstvě 0-5 m, početnost ryb, zastoupení biomasy cejna velkého, zastoupení početnosti ježdíka obecného, zastoupení biomasy okouna říčního, zastoupení biomasy lososovitých ryb a přítomnost 0+ ryb šesti běžných druhů. [29],[33]

Biomasa ryb se zvyšuje s narůstajícím přísunem živin a z těchto důvodů je používána pro indikaci eutrofizace na národní a celoevropské úrovni. Biomasa cejna velkého (*Abramisbramá*) a ježdíka obecného (*Gymnocephaluscernua*) se s nárůstem eutrofizace zvyšuje. Naopak biomasa okouna říčního (*Percafluviatilis*) se s nárůstem eutrofizace a změn ve struktuře ekosystému snižuje. Pro lososovité druhy ryb, které se vyskytují ve chladných a dobře prokysličených vodách, čímž se stávají indikátory hypolimnia bez kyslíkových deficitů v letních obdobích, však prostředí vodních nádrží <700 m n. m. nemá vždy přijatelné podmínky a z tohoto důvodu se v nich vyskytují jen velmi zřídka. [29],[33]

V nádržích mělkých jsou údaje použitelné pro statistickou analýzu nedostačující, a proto jsou jako metriky a rozdělení do ekologických tříd používány tyto data: biomasa ryb, zastoupení biomasy cejna velkého, zastoupení biomasy okouna říčního, zastoupení biomasy ježdíka obecného a přítomnost 0+ ryb šesti běžných druhů. [29]

Dle všech výše uvedených metrik se poté ekologický potenciál hodnotí následujícím způsobem. Výsledky multimetrických indexů se vyjadřují jako

tzv. poměr ekologické kvality (EcologicalQuality Ratio = EQR). Tento poměr uvádí sumu všech metrik použitých indexů a určuje tak ekologický potenciál. [29]

$$EQR = (Sum - Min) / (Max - Min)$$

Sum – součet hodnocení všech použitých metrik

Min – součet nejnižších hodnocení

Max – součet nejvyšších hodnocení [29]

Výsledky EQR dosahují hodnot 0 a 1, kde 0 je nejvíce degradovaný ekosystém (suma všech metrik je 1) a 1 maximální ekologický potenciál (suma všech metrik je 5). [29]

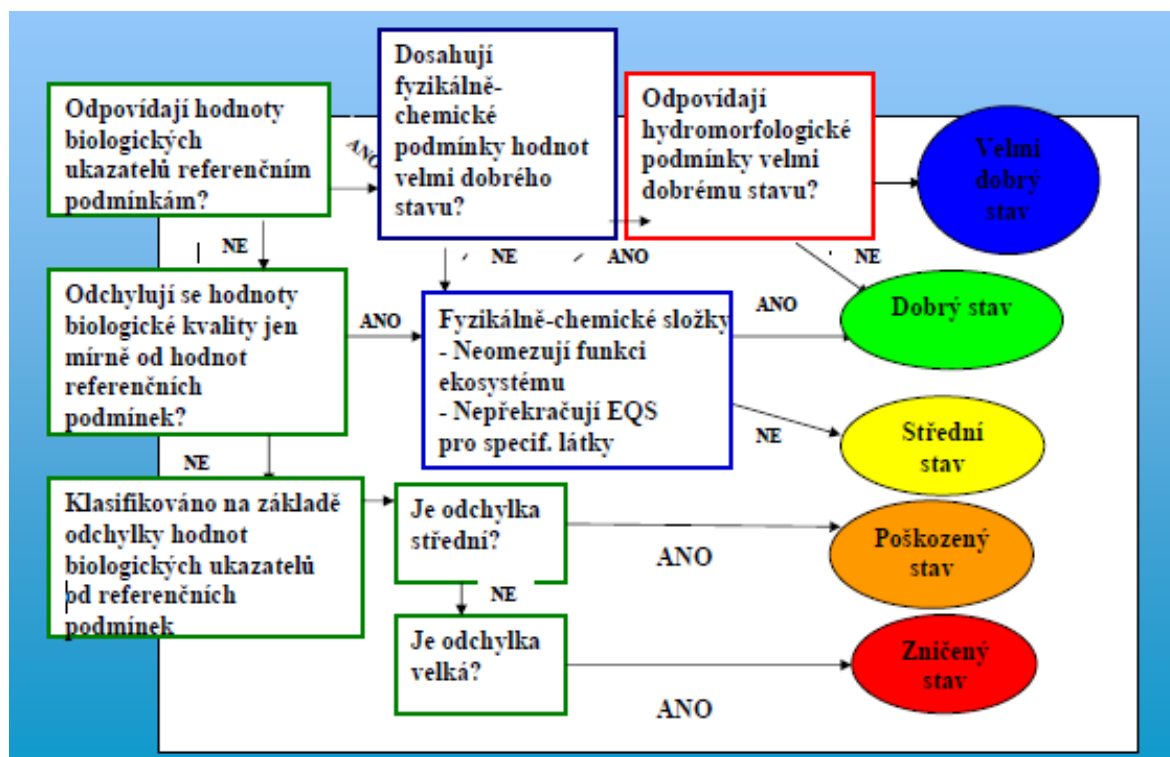
*Tabulka 6: Rozdělení EQR po 25 % [29]*

EQR	Klasifikace ekologického potenciálu
1,00-0,75	Dobrý a lepší potenciál
0,74-0,50	Střední potenciál
0,49-0,25	Poškozený potenciál
0,24-0,00	Zničený potenciál

## 4 HODNOCENÍ JAKOSTI POVRCHOVÝCH VOD

Při hodnocení jakosti stojatých povrchových vod hovoříme o tzv. ekologickém potenciálu. Jedná se o termín poukazující na kvalitu vody pouze u umělých vodních útvarů či útvarů výrazně pozměněných, mezi něž se řadí i vodní nádrže. [34], [36]

U přírodních útvarů používáme termín ekologický stav. Pro jeho hodnocení se zkoumá antropogenní působení na vodní útvar a odchylky od stavu přirozeného, tedy nenarušeného přičemž je brán ohled také na přirozený výskyt vodních organismů. Výsledky jsou klasifikovány, dle Rámcové směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady, do 5 tříd: Velmi dobrý, Dobrý, Střední, Poškozený a Zničený. Velmi dobrý je chápán jako stav, který je roven nenarušenému přirozenému stavu vodního útvaru. Nejnižší kategorií, která ale musí být dodržena, je stav Dobrý. [34], [35], [36], [37]

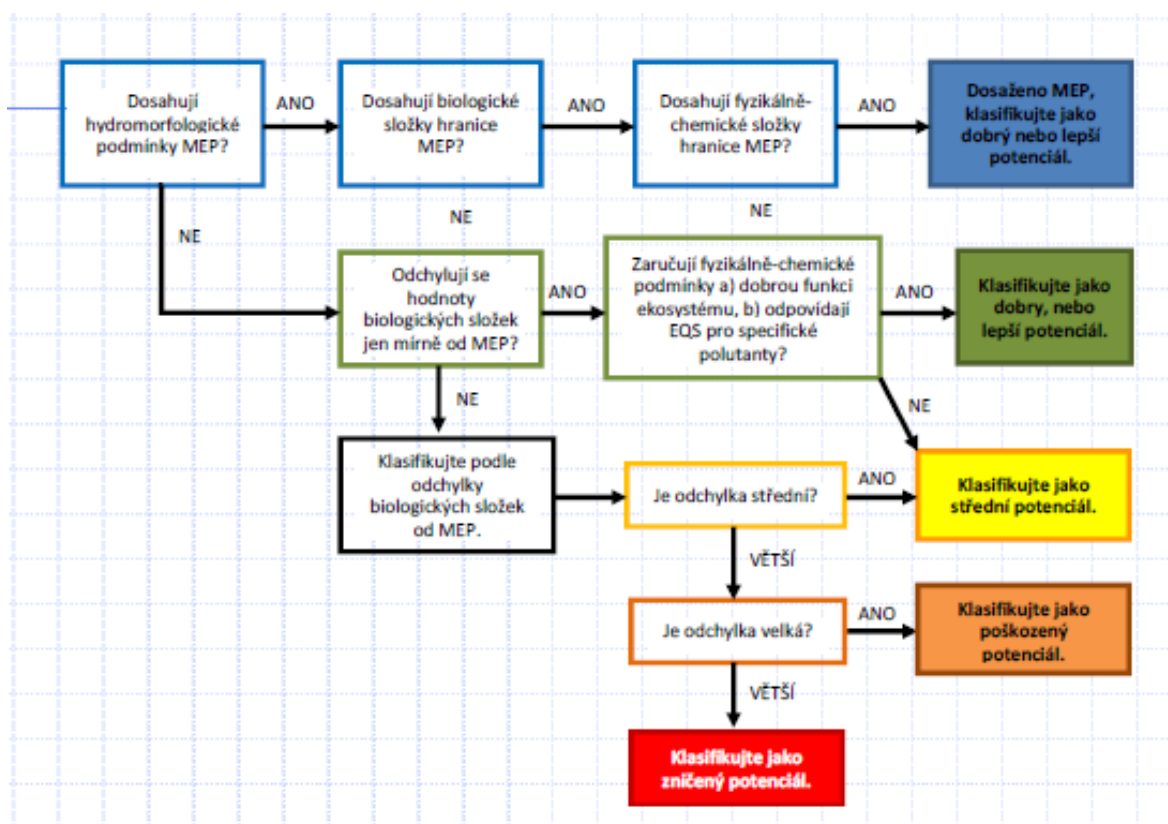


Obrázek 2: Schéma pro hodnocení ekologického stavu vodního útvaru [38]

Ekologický potenciál používá jiná a komplikovanější hodnocení pro kvalitu vody než ekologický stav. Významnou kategorií je zde třída „Dobrý ekologický

potenciál“ a jedná se zároveň o nejvyšší kategorii hodnocení. Dalšími a tedy i nevyhovujícími kategoriemi jsou „Střední, Poškozený a Zničený“ jelikož při kategorii horší než je „Dobrá“ musí být navržena opatření k nápravě tohoto stavu a jeho zlepšení. Čím vyšší hodnocení vodní útvar získá, tím kvalitnější jakost vody poskytne svým odběratelům. [7],[29],[37]

Při hodnocení ekologického potenciálu vodní nádrže ji porovnáváme s hypotetickou referenční nádrží, což je nádrž morfologií shodná s nádrží námi hodnocenou, ale její podmínky jsou shodující s přírodními poměry, nikoli s uměle vytvořenými. Také se přihlíží k jejímu využití, jako může být např. chov ryb. [29]



Obrázek 3: Schéma pro hodnocení ekologického potenciálu vodního útvaru [39]

Ekologický potenciál je hodnocen pro několik složek a stupňů biologické kvality. S přihlédnutím na výskyt vodních organismů je pro Dobrý potenciál nutno splňovat pouze minimální výkyvy od stavu, který je hodnocen jako Maximální ekologický potenciál. Jeho hodnoty vyplývají z hodnot určených pro nejbližší typ vodního útvaru za daných fyzikálních podmínek. [36], [39]

Z hlediska hydromorfologických podmínek musí pro Dobrý potenciál splňovat stav, kdy byl vodní útvar ovlivněn až po uskutečnění nápravných opatření, která jej co nejvíce přiblížila k spojitému vztahu vodního útvaru a vodních organismů. [39]

Fyzikálně chemické složky jsou pro Dobrý potenciál stanovovány takovým způsobem, že zabezpečují potřebné funkce ekosystému a dosahují hodnot teploty, pH a živin určené pro nenarušený vodní útvar. [39], [40], [41]

Hodnocení jakosti povrchových vod je prováděno v daných časových intervalech na určených místech. Pro jeho stanovení je důležitým faktorem sledování makrozoobentosu. Získané údaje jsou statisticky zpracovány a vyhodnoceny pro jednotlivé sledované profily. Pro hodnocení současného stavu vodního útvaru je potřeba provádět získávání údajů alespoň v tříletém intervalu v námi sledovaných profilech. Hodnocení do budoucích let se stanovuje s přihlédnutím na očekávané hospodářské či legislativní změny. [35], [41]

Stav těchto vodních ploch je zjišťován také pro tvoření podkladů veřejné správy, které zajišťují plánování nakládání s nimi a poskytují dále informace široké veřejnosti. [11]

Hlavními důvody snížené jakosti vody mohou být zejména jevy, jako je eutrofizace, fluktuace vodní hladiny a acidifikace, jež má za následek změnu druhové skladby biocenóz. [34]

Fytoplankton hraje hlavní roli ve struktuře a fungování sladkovodních ekosystémů. V mnoha vodách řasy a sinice z velké části přispívají k primární výrobě a to může mít velký vliv na další komponenty ekosystému (např. zooplankton, makrofyta a bezobratlé). Posuzování kvality vody (vlivu eutrofizace) dle množství fytoplanktonu sahá až do historie. Byly vyvinuty různé metody, které zkoumaly strukturu fytoplanktonu (dominantní a indikační druhy). V rámcové směrnici o vodě (2000/60/ES, EU, 2000), je fytoplankton jedním ze čtyř biologických prvků potřebný pro hodnocení ekologického stavu povrchových vod. [42]

Při eutrofizaci (tedy nadměrném výskytu fytoplanktonu) je zásadním stresorem fosfor dostávající se do vodní nádrže. Jeho koncentrace ve vodním prostředí má za následek množení řas a sinic, strukturu zooplanktonu a další. Dochází

k minimalizaci základních funkcí vodních nádrží a tudíž i k vyšším finančním nákladům na zajištění těchto funkcí. [34], [43]

V důsledku eutrofizace jsou vodní plochy, mimo jiné, ochuzovány o kyslík. To je zapříčiněno množstvím řas a sinic na povrchu, které přes den sice kyslík vytvářejí, ale během nočních hodin je asimilace zastavena a je vystřídána dýcháním, během kterého kyslík z vody ubývá. V ranních hodinách proto organismy pod vodou pociťují nedostatečné množství kyslíku a dochází k úmrtím. Zejména pak mělké vodní nádrže jsou k eutrofizaci mnohem náchylnější.[44]

Eutrofizaci je možné snížit několika způsoby. Patří mezi ně opatření, která sníží koncentraci např. fosforu v nádrži na úroveň, při níž nedochází k další tvorbě řas a sinic a sekundární producenti jsou schopni toto množství zpracovat v potravním řetězci. Tvorbu řas a sinic lze však omezit změnou světelného režimu, kdy je vodní plocha např. zastíněna nebo periodickým vysušováním, které zapříčiňuje omezení růstu ponořených makrofyt. Tato opatření však mohou být využita pouze u některých typů nádrží a často jsou velice nákladná. [43]

Dalším jevem snižujícím jakost vody je fluktuace vodní hladiny. U většiny vodních nádrží se jedná o přirozený jev nutný pro udržení přirozené funkce nádrže. Může však mít i nežádoucí následky. Tkívá v poklesech vodní hladiny, během nichž je odhalováno pásmo dna, kde se běžně vyskytuje makrofytový litorál. Dochází k jeho vysychání a vymrzání, což většina rostlin vyskytujících se pod vodní hladinou špatně snáší. [45]

V litorálu s vodními rostlinami se nejčastěji vyskytují společenstva vodních organismů, která zde hledají útočiště a potravu. Je tedy velmi důležitým ukazatelem kvality vody jelikož tam, kde je eutrofizace nízká, je průhlednost vodní hladiny vyšší a litorál je vůči kolísání odolnější než u vod s vysokou eutrofizací, kde má i malý pokles hladiny za příčinu úmrtí organismů, která jej obývají. [34]

Acidifikaci vodních ploch má v České republice na svědomí především oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ ) a oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ). Tyto látky vznikají spalováním hnědého uhlí a výfukovými plyny z automobilové dopravy. Oxidují za vzniku kyseliny sírové ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) a kyseliny dusičné ( $\text{HNO}_3$ ). Tento jev se nazývá „kyselý déšť“ jež má za následek snižování pH srážkové vody. Negativně ovlivňuje rybí i další vodní



společenstva, která díky okyselení vymírají. Zotavování z acidifikace však probíhá pomalu a to především např. v oblastech se špatným lesním hospodařením nebo klimatickými změnami. [46]

## **5 OSTATNÍ METODY HODNOCENÍ STAVU POVRCHOVÝCH VOD**

Množství a druhy znečišťujících látek ve vodách jsou velmi rozmanité a je jich velmi mnoho. Veškeré metody pro hodnocení stavu povrchových vod jsou zaměřeny na její jakost a antropogenní znečištění. Mezi používané metody se řadí hydrochemická a hydrobiologická, přičemž hydrochemická sleduje chemické, fyzikální a biologické změny kdežto hydrobiologická využívá k hodnocení jakosti vod živé organismy. [47], [48]

Hydrochemickým hodnocením lze určit, jaké množství sledovaných látek se v daném vodním útvaru vyskytuje na určité lokalitě v přesně určeném časovém rozmezí. Mezi hlavní parametry, které se tímto způsobem určují je pH, rozpuštěné a nerozpuštěné látky, konduktivita, kyslík, dusík, fosfor, biochemická spotřeba kyslíku, chemická spotřeba kyslíku atd. Tato metoda je důležitou a nenahraditelnou součástí při hodnocení stavu vodních ploch, které jsou dále užívány jako zdroje pitné vody či další účely. Pro hodnocení je zapotřebí odběry vody a vyhodnocování laboratorními rozborů provádět opakovaně. [40], [47], [48]

U hydrobiologického hodnocení kvality vodních ploch se užívá tzv. biomonitorů, tudíž organismů, které jsou schopny určovat průměrnou hodnotu stavu a jakosti vod. Toto hodnocení lze provádět např. i na delších úsecích vodního toku. Jejich schopnost určovat kvalitu vod je delší, takže není zapotřebí provádět odběry vod opakovaně jako je tomu u hydrochemického hodnocení. Výsledky poté poukazují na to, do jaké míry je znečištění závažné, a na jakém konkrétním místě. Za pomoci této metody však bohužel není možno zjistit, o jaké znečišťující látky ve vodách se jedná. [40], [47], [48]

Pomocí těchto dvou výše zmíněných metod lze provést kompletní určení jakosti vody, jelikož se navzájem o informace doplňují. [47], [48]

V zemích EU není ekologický stav vodních útvarů moc dobrý a to hlavně z toho důvodu, že v každé zemi jsou na kvalitu vody kladeny jiné požadavky. I přes to, že v EU platí jednotné imisní a emisní standardy na ochranu kvality vod, vznikaly

během dlouholetých období, a proto jsou značně nesourodé. Mají však imisní standardy, které platí pro každou z nich. Standard označovaný I je povinný ve všech státech EU a udává maximální povolené limity a standard G, který má limitní hodnoty přísnějšího charakteru, ale jedná se pouze o hodnoty doporučované. [47], [48]

Právní normy užívané v EU se dělí do 2 základních skupin:

1. směrnice a normy, které udávají jakost vody dle způsobu jejího využití
2. směrnice a normy, které udávají limity a zákazy pro vypouštění znečišťujících látek do vodních útvarů[48]

Hodnocení jakosti vod je národním rozhodnutím státu a z toho důvodu je v některých užíváno metod obou, tedy hydrochemického a hydrobiologického, kdežto v mnoha jiných se užívá pouze jedna z nich. Vzhledem k tomu, že se nejedná o hodnoty, které by mohly být spolu porovnávány, poté vzniká velká rozmanitost v jakosti vod mezi jednotlivými členskými státy. [47]

Není rozdíl pouze v preferovaných metodách hodnocení, ale také v klasifikačním systému, který je určován třídami jakosti. Některé země klasifikují vody dle jejího způsobu využití člověkem, ale lze je hodnotit také z pohledu estetického (krajinotvorného). [34],[47]

Jakost z krajinotvorného hlediska je v posledních letech upřednostňována a tomu také odpovídá nová I. jakostní třída pro ČR definována v ČSN 75 7221. Ta udává, že se jedná o vodní plochy, výrazně neovlivňované činností člověka a imisní hodnoty jakosti vody nejsou překračovány v porovnání s přírodním vodním útvarem. [47], [48]

V poslední řadě se jedná také o různorodé chápání pojmu čistá a znečištěná voda. Každá země má na jakost vody odlišné požadavky, např. severské evropské země. Především pak v zemích, kde trpí nedostatkem pitné či užitkové vody bude řešení její jakosti nedůležitou součástí režimu. Dále pak např. pro Německo je dostatečným ohodnocením pro jakost vody II. třída či pro Francii III. třída jakosti. [43],[48]

Existují tedy markantní rozdíly v chápání důležitosti hodnocení jakosti vod a v posledních desetiletích snaha o řešení tohoto problému stále narůstá. Nejedná se pouze o vytvoření jednotného systému pro hodnocení jakosti vod, ale také o ekologické a krajinotvorné funkce. [48]

Rámcová směrnice ochrany vod pro EU vyžaduje po svých členských státech posuzování ekologického stavu všech povrchových vod. Dále směrnice požaduje, aby všechny vodní útvary dosáhly minimálně Dobrého ekologického stavu do roku 2015 a ty, které mají horší hodnocení, musí být obnovena. Odhady spolehlivosti a přesnosti dosažené monitoringem by měly být uvedeny v plánech povodí. Vzhledem k tomu, že nápravná opatření mohou být drahá, vodní útvar by měl být vhodný pro hospodaření s vodními zdroji. [36], [47], [48]

Pokud je jezero však klasifikováno jako dobré či lepší, ale jeho skutečný stav je horší, může to mít za následek ohrožení kvality a služeb ekosystému. [36], [47]

Klasifikace ekologického potenciálu jezer by měla být založena na souboru biologických kvantitativních složek představujících hlavní komponenty ekosystému (fytoplankton, makrofyty a fytobentos, bentičtí bezobratlí živočichové a ryby) a pokud je některá z těchto složek snížena, znamená to, že v ekosystému je něco špatně. [36], [47], [48]

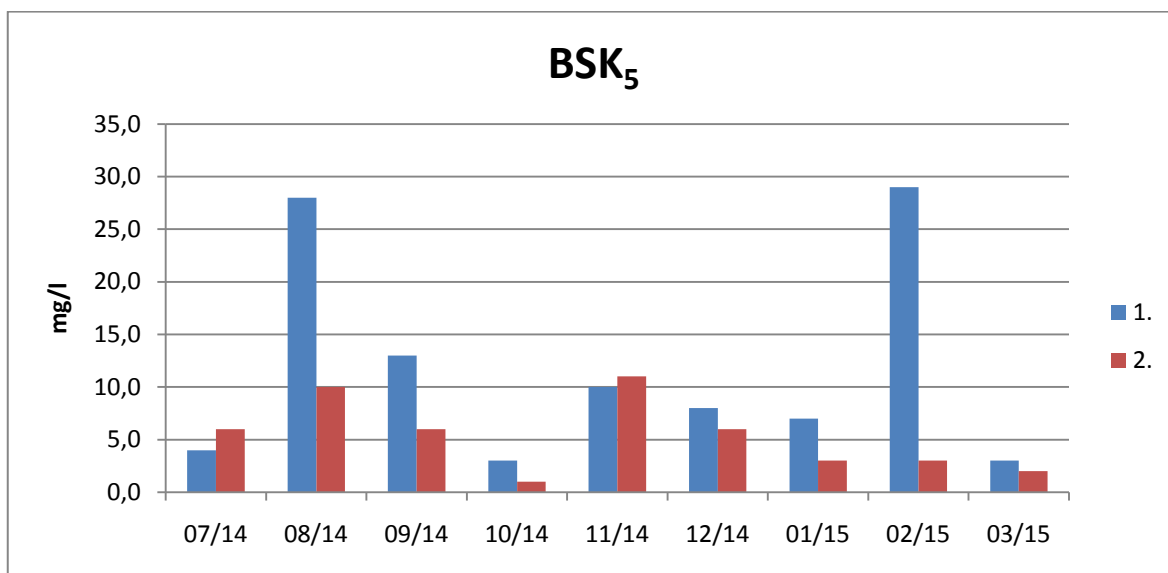
## 6 NÁVRH NA VYUŽITÍ ÚZEMÍ S OHLEDEM NA UDRŽENÍ EKOLOGICKÉHO STAVU

Data byla získávána v období červenec 2014 – březen 2015. Vzorky byly odebírány mou osobou do plastových lahví o objemu 1 l, vždy koncem měsíce. Analýzy poté byly prováděny v laboratořích IGI, VŠB – TU Ostrava.

Jako základní parametry byly stanovovány  $BSK_5$  a  $CHSK_{Cr}$ .  $CHSK$  bylo stanovováno dichromanem draselným. Redukcí z dichromanu draselného vzniká chromitý iont, jehož koncentrace se vyhodnotí absorpční spektrofotometrií za vlnové délky 600 nm. [50]

$BSK$  bylo vyhodnoceno jako biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní. Jedná se o rozdíl mezi koncentracemi rozpuštěného kyslíku v daném vzorku před a po uběhnutí inkubační doby. Byl stanovován odměrnou jodometrickou Winklerovou metodou. [50]

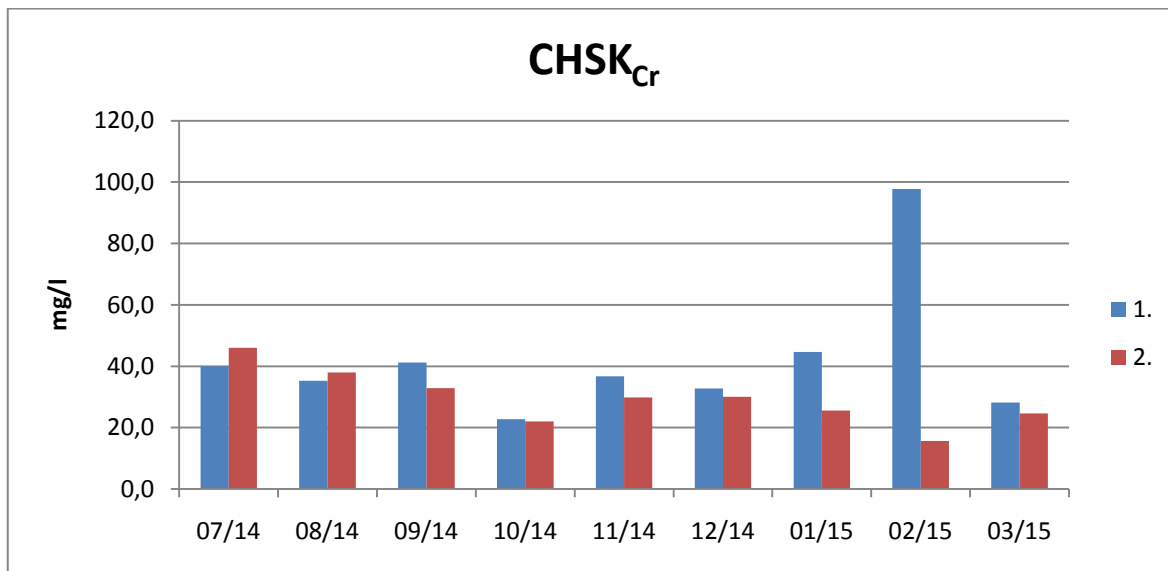
Při stanovování údajů bylo použito ČSN 75 2410 (752410) pro Malé vodní nádrže.



Graf 1: Změny  $BSK_5$  v čase

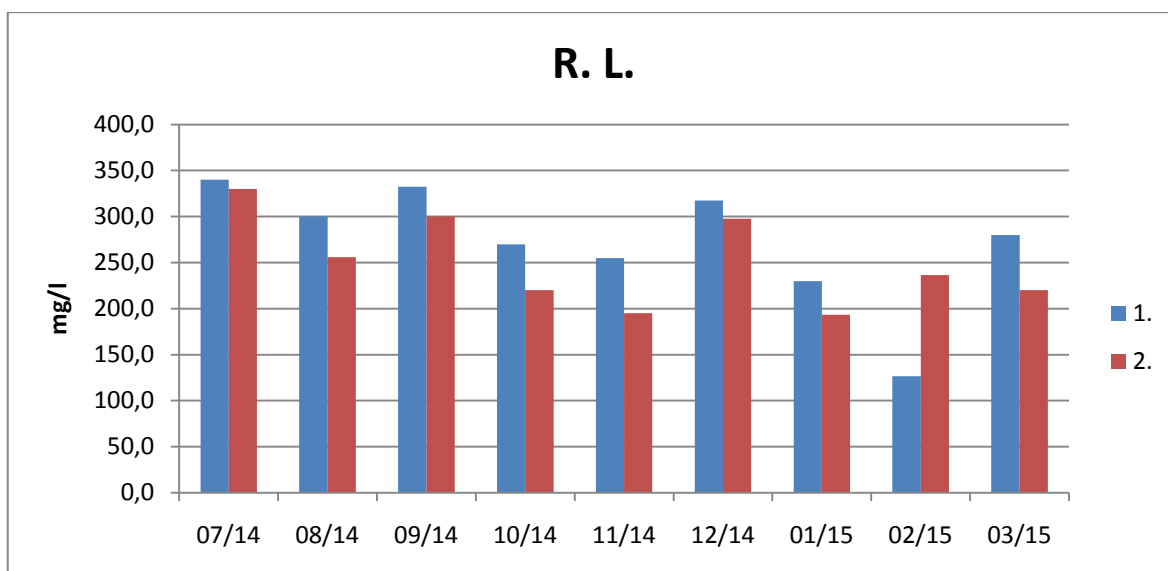
Dle výše uvedeného grafu je patrné, že největších změn koncentrace  $BSK_5$  dosahovala v měsíci srpen 2014 a únor 2015 v lokalitě č. 1 (Na Nudli) a v měsíci srpen a listopad 2014 v lokalitě č. 2 (Na Kulatém). V srpnu 2014 dosahovala hodnota  $BSK_5$  na lokalitě 1 28 mg/l a v únoru 2015 dokonce 29 mg/l. Koncentrace

naměřené v lokalitě 1 však vysoce přesahují naměřené hodnoty v lokalitě č. 2 až na červenec a listopad 2014, kdy je mírně vyšší hodnota naměřena právě na lokalitě 2.



Graf 2: Změny koncentrace CHSK v čase

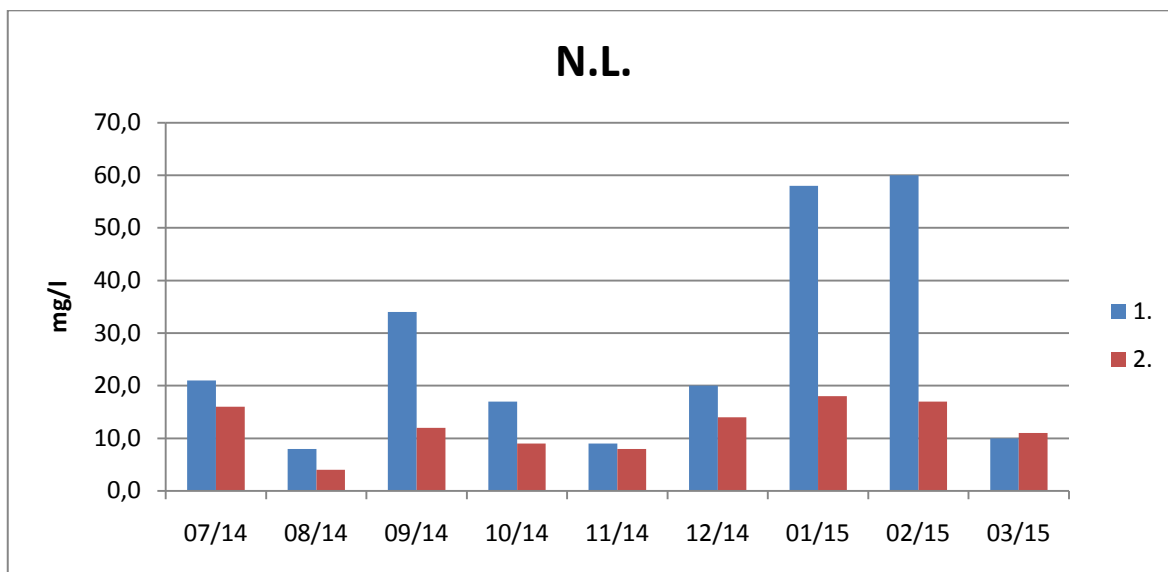
Oproti hodnotám BSK<sub>5</sub> je CHSK proměnlivější. Jeho množství na lokalitě č. 1 bylo vyšší v měsících září 2014 až březen 2015, kdežto v měsících červenec a srpen 2014 dosahovalo vyšších hodnot CHSK na lokalitě č. 2. Vysokého převýšení dosáhla hodnota na lokalitě 1 pouze v měsíci únor 2015, kdy dosahovala hodnoty 97,7 mg/l oproti 15,6 mg/l na lokalitě č. 2:



Graf 3: Změny koncentrace rozpuštěných látek v čase

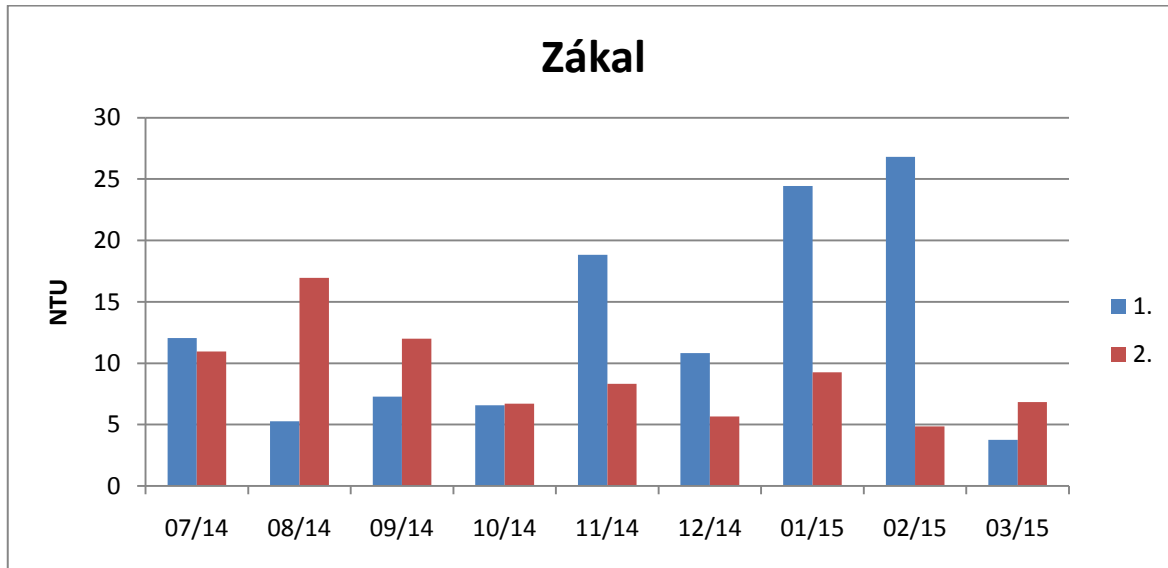
Rozpuštěných látky mají přiměřené a neproměnlivé koncentrace. Naměřené koncentrace jsou vyšší na lokalitě č. 1, pouze v únoru 2015 dosáhla vyšší hodnoty

koncentrace na lokalitě č. 2 a to 236,6 mg/l a hodnota lokality 1 poklesla na 126,6 mg/l.



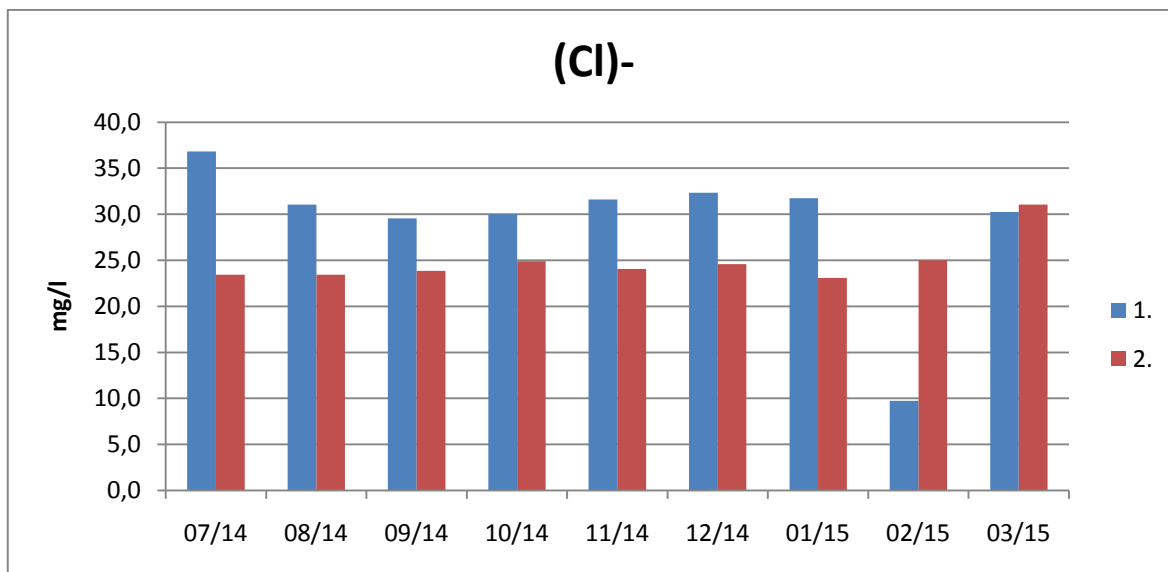
Graf 4: Změny koncentrace nerozpustných látek v čase

Co se týká nerozpustných látek měřených ve vodních nádržích na Gliňoči, vždy zde vyšších hodnot dosahují koncentrace na lokalitě č. 1. Nejvyšších hodnot nabývají v lednu a únoru 2015 kdy dosahují 58 a 60 mg/l.



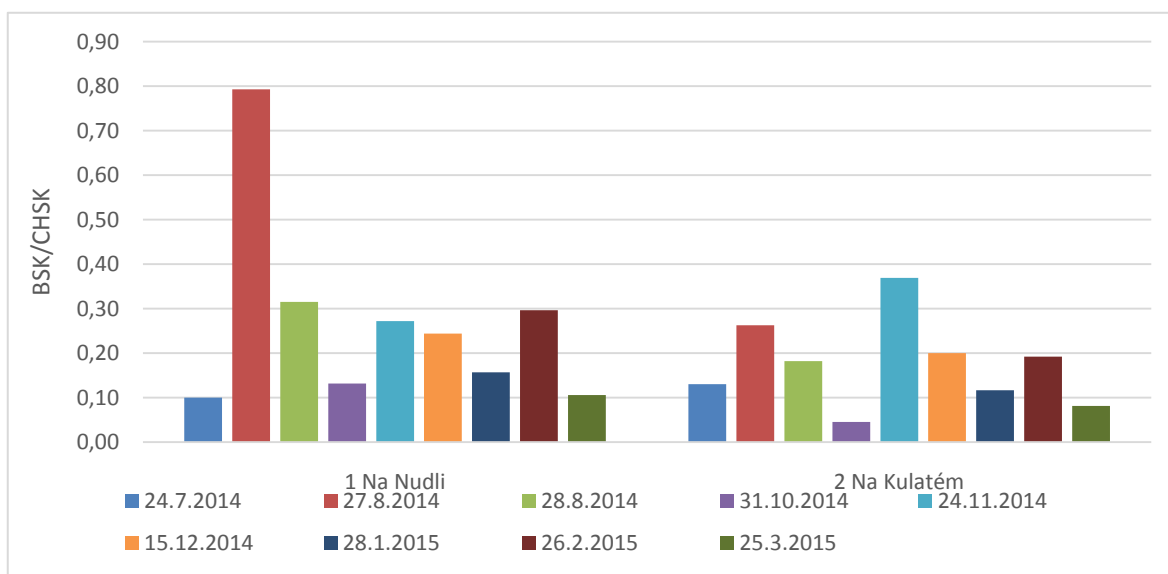
Graf 5: Změny koncentrace zákalu

Jako další měřený parametr se zde objevil také zákal, který je proměnlivou hodnotou. Nejnižší zákal byl naměřen v březnu 2015 na lokalitě 1, kdy dosahoval 3,75 NTU a v únoru 2015 na lokalitě 2 s hodnotou 4,86 NTU.



Graf 6: Změny koncentrace chloridů

V neposlední řadě byly měřeny také chloridy, které jsou poměrně stálé. Hluboký pokles zaznamenala hodnota koncentrace až v únoru 2015, kdy na lokalitě 1 jeho hodnota dosahovala 9,73 mg/l. Nejvyšší naměřené koncentrace dosáhla opět lokalita 1 a to v červenci 2014, kdy činila 36,82 mg/l. Koncentrace chloridů se pohybovala na lokalitě 1 kolem hodnoty 30-32 mg/l a na lokalitě 2 zhruba 24-25mg/l.

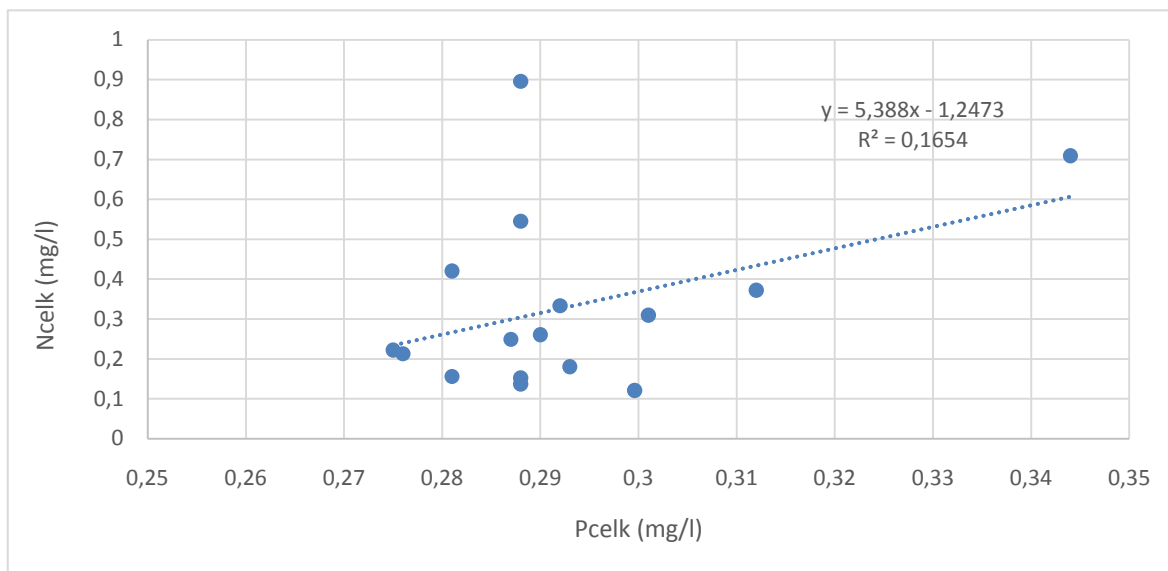


Graf 7: Časový vývoj poměru BSK/CHSK v jednotlivých měsících

Při pohledu na Graf 7 je zřejmé, že nejvyšší obsah biologicky rozložitelných látek se vyskytoval v lokalitě 1 v měsíci srpnu, což pravděpodobně souviselo s „ukončením biologické aktivity řas“. Pro lokalituč.1 je charakteristický vyšší

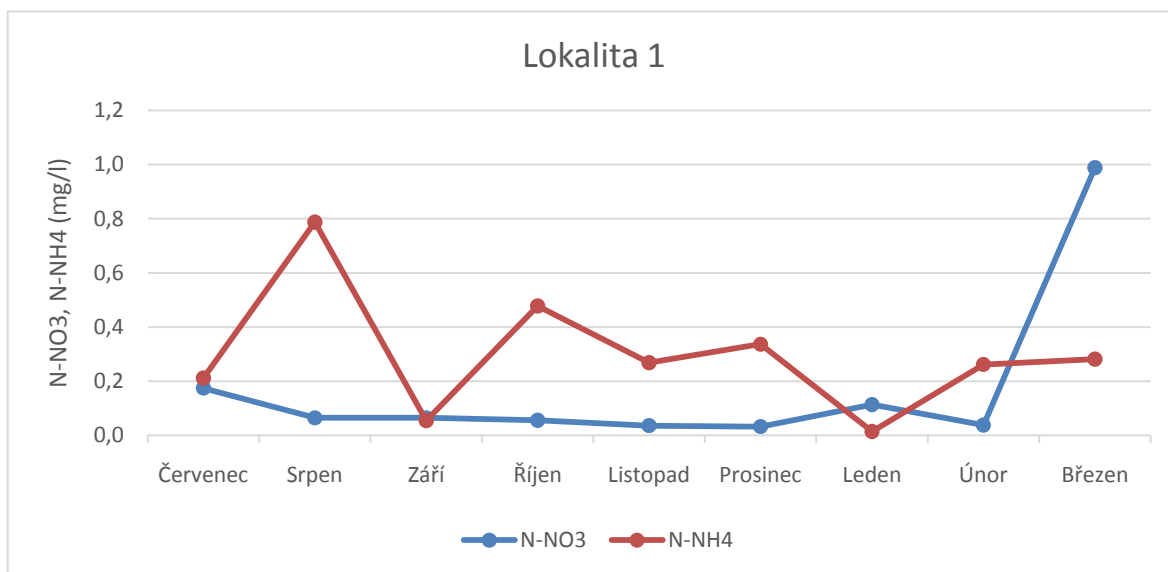


obsah organických látek vyjádřený hodnotou CHSK (průměr 42.1 mg/l), zatímco na lokalitě 2 je průměrná hodnota nižší, a to 29,4 mg/l.



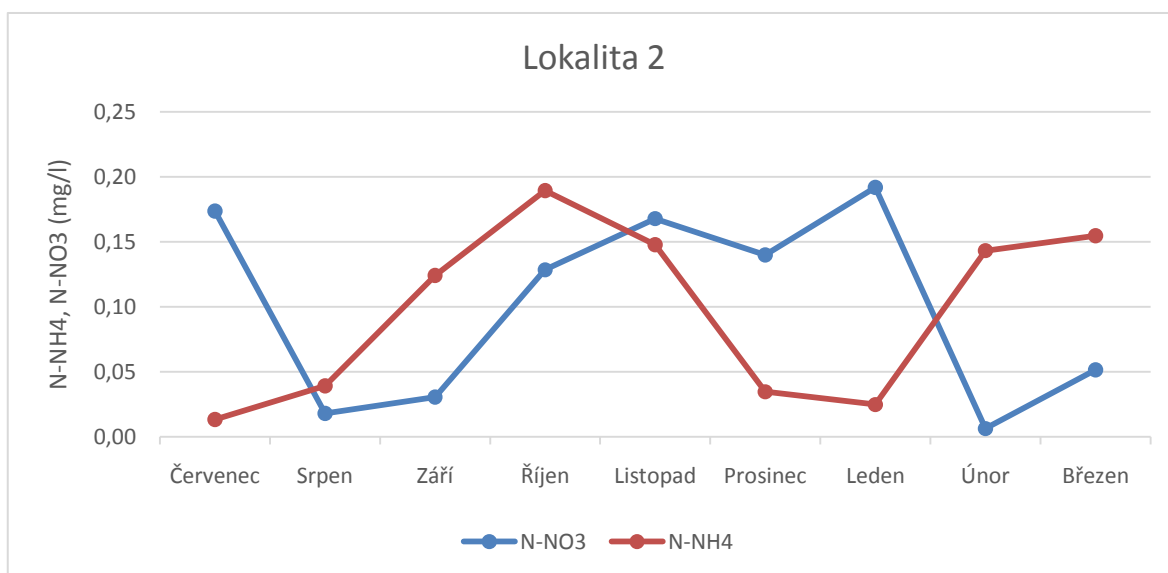
Graf 8: Závislost mezi obsahem  $N_{celk}$  a  $P_{celk}$  pro obě lokality

Graf 8 uvádí závislost mezi obsahem  $N_{celk}$  a  $P_{celk}$ , která dosahuje hodnotu koeficientu korelace ( $r=0.4$ ) což splňuje hodnotu kritického koeficientu korelace na hladině významnosti 0.1. Tato závislost prokazuje společný původ - zdroj celkového dusíku a celkového fosforu. Závislost mezi obsahem organických látek (CHSK) a  $N_{celk}$ ,  $P_{celk}$  nebyla prokázána.



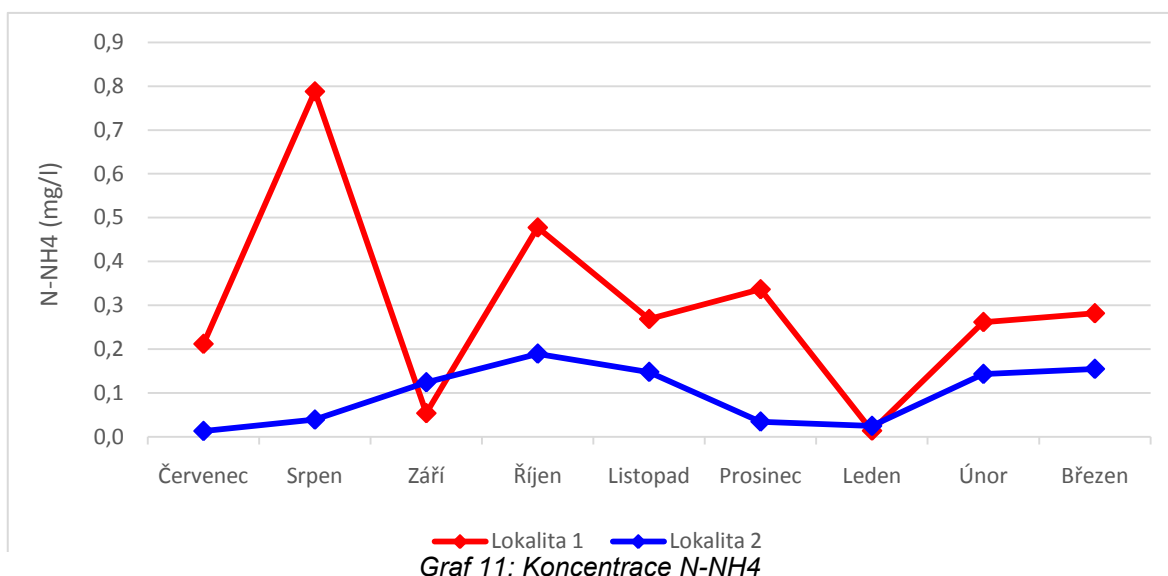
Graf 9: Srovnání koncentrací N-NO<sub>3</sub> a N-NH<sub>4</sub> na lokalitě č. 1

Hodnoty  $\text{N-NO}_3$  jsou oproti hodnotám  $\text{N-NH}_4$  konstantní, jak je již patrné při prvním pohledu na Graf 9. Jediného značného nárůstu nabývá parametr  $\text{N-NO}_3$  v březnu 2015, kdy se jeho koncentrace znenadání vyšplhala na 1 mg/l oproti předešlému průměru cca 0,13 mg/l. Koncentrace  $\text{N-NH}_4$  naopak vysoce kolísají a jeho nejvyšší hodnoty bylo dosaženo v srpnu 2015 a to 0,8 mg/l.



Graf 10: Srovnání koncentrací  $\text{N-NO}_3$  a  $\text{N-NH}_4$  na lokalitě č. 2

Z výše uvedeného grafu (Graf 10) jasně vyplývá, že ve srovnání s lokalitou 1 (jejíž koncentrace uvádí Graf 9) hodnoty  $\text{N-NO}_3$  a  $\text{N-NH}_4$  obě výrazně kolísají. Pro  $\text{N-NO}_3$  je nejvyšších hodnot koncentrace dosaženo v červenci 2014 a lednu 2015. Naopak nejnižší hodnota se vyskytuje v únoru 2015. U  $\text{N-NH}_4$  byla nejvyšší hodnota naměřena v říjnu 2014 a nejnižší v červenci 2014:



Jak je již při pohledu na Graf 11 patrné, hodnoty amoniakálního dusíku se mezi jednotlivými lokalitami značně liší. Lokalita 1 vykazuje vysokou kolísavost jeho koncentrace v jednotlivých vzorcích a nejvyšší hodnoty nabývá v srpnu 2014 (0,8 mg/l). Na lokalitě 2 sice jeho koncentrace není stálá, ale oproti lokalitě 1 je mnohem umírněnější a nedosahuje až takových výkyvů.

Koncentrace amonných iontů mohou mít však negativní dopad na rybí společenstva. Přípustná koncentrace pro lososovité i kaprovité ryby je  $\leq 1$  mg/l, koncentrace, které by však na základě Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod chtělo být dosaženo, je pro lososovité ryby  $\leq 0,04$  mg/l a ryby kaprovité  $\leq 0,2$  mg/l. V případech, kdy je teplota vody nízká či je snižena nitrifikace, případně v místech, kde je prokazatelné, že se zde nevyskytují žádné nepříznivé následky pro rybí společenstva, hodnoty amonných iontů mohou dosahovat až koncentrace 2,5 mg/l. [51]

Tabulka 7: Průměrné koncentrace na lokalitách

Lokalita	BSK <sub>5</sub> (mg/l)	CHSK <sub>Cr</sub> (mg/l)	Celkový P (mg/l)	Celkový N (mg/l)	pH
1	11,7	42,1	0,267167	0,54865	7,0
2	5,3	29,4	0,253733	0,197511	7,3

Hodnoty z jednotlivých lokalit byly pro každou zvlášť vždy zprůměrovány za celé sledovací období.

Tabulka 8: Třídy jakosti pro hodnocení kvality vod jezer [52]

Parametr	Třídy jakosti				
	1	2	3	4	5
BSK (mg/l)	>7	7-6	6-4	4-3	<3
CHSK (mg/l)	>3	3-10	10-20	20-30	>30
Celkový P (mg/l)	<0,01	0,01-0,025	0,025-0,05	0,05-0,125	>0,125
Celkový N (mg/l)	<0,3	0,3-0,75	0,75-1,0	1,5-2,5	>2,5
pH	9,0-6,5	6,5-6,3	6,3-6,0	6,0-5,3	<5,3

Při srovnání naměřených hodnot, které blíže specifikuje Tabulka 7 s hodnotami pro hodnocení jakosti vod v EU (Tabulka 8) jsou patrné tyto údaje:

- BSK dosahuje v lokalitě č. 1 do jakostní třídy 1, v lokalitě č. 2 do třídy 3
- CHSK v lokalitě č. 1 se řadí do jakostní třídy 5, v lokalitě č. 2 pak do třídy 4
- Naměřený celkový fosfor na obou lokalitách spadá do třídy jakosti 5
- Dle naměřených hodnot celkového dusíku spadá lokalita č. 1 do jakostní třídy 2, lokalita č. 2 do třídy 1
- Posledním hodnoceným parametrem bylo pH, dle nějž se obě lokality řadí do jakostní třídy 1

Zejména koncentrace fosforu mají vliv na vzrůstající tvorbu řas a sinic a způsobují tak eutrofizaci. V tomto případě je limit vysoce překročen a jedná se tedy o vody eutrofní. Vzhledem k tomu, že monitorování ukazatelů na lokalitách neprobíhalo po dobu požadovanou v Metodice pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero, může být ekologický potenciál vodních nádrží Na Kulatém a Na Nudli pouze předběžně ohodnocen. [41]

## 6.1 Identifikace fytoplanktonu

Mimo jiné byl dne 26. 3. 2015 proveden panem Mgr. Danielelem Vařechou z Povodí Odry Ostrava odběr pro hydrobiologický průzkum.

Lokality jsou velmi podobné, což potvrdilo i měření fyzikálně-chemických parametrů na místě. Vodní nádrž Na Kulatém (lokalita 1) nemá tak zastíněnou hladinu jako nádrž Na Nudli (lokalita 2). Dostatečné osvětlení znamená vyšší fotosyntetickou aktivitu a tím pádem i vyšší obsah kyslíku ve vodě. Lokalita 1 je také hlubší než lokalita 2. Na dně lokality 2 se rozkládá velké množství napadaného listí. Při narušení dnových sedimentů se uvolňují plyny z rozkladu organické hmoty (sulfan). Z toho důvodu bylo také zjištěno nižší nasycení kyslíkem.

Analýza obsahu chlorofylu potvrdila zatím nízkou koncentraci řas. U obou lokalit byla hodnota pod mezí detekce metody, tedy menší než 2 µg/l. Z tohoto důvodu se obě z lokalit řadí do jakostní třídy 1: Nebyla však provedena v období duben-říjen, jež je uvedeno v Metodice pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero a má pouze informativní charakter. [52]

K analýzám byly odebrány vzorky fytoplanktonu a zooplanktonu z litorálu obou lokalit.

### Lokalita č. 1 – Na Kulatém

- pH 7,64
- konduktivita 36,6 mS/m
- nasycení kyslíkem 96%

#### Fytoplankton

*Cyanophyceae* (sinice): *Limnothrix* sp.

*Chrysophyceae* (zlativky): *Dinobryon divergens*, *Synura uvella*

*Bacillariophyceae* (rozsivky): *Achnanthes lanceolatum*, *Cymbella* sp., *Fragilaria capucina*, *Hannaea arcus*, *Melosira varians*, *Navicula* sp., *Nitzschia acicularis*,

*Nitzschia fruticosa*, *Nitzschia* sp., *Synedra acus*, *Synedra ulna*, *Tabellaria flocculosa*

*Cryptophyceae* (skrytěnky): *Cryptomonas* sp.

*Euglenophyceae* (krásnoočka): *Euglena* sp., *Phacus* sp.

*Chlorophyta* (zelené řasy): *Spirogyra* sp., *Desmodesmus communis*, *Pediastrum tetras*, *Monoraphidium* sp., *Oedogonium* sp.

#### Zooplankton

*Rotifera* (vířníci): *Brachionus calyciflorus*, *Cephalodella* sp., *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata*

*Cladocera* (perloočky): *Chydorus sphaericus*, *Ilyocryptus sordidus*

*Copepoda* (klanonožci): *Eucyclops serrulatus*, *Eudiaptomus gracilis*

Ostatní: *Chaetogaster limnaei*, *Hydra oligactis*,

#### **Lokalita č. 2 – Na Nudli**

- pH 7,67
- konduktivita 40,4 mS/m
- nasycení kyslíkem 80%

#### Fytoplankton

*Cyanophyceae* (sinice): *Aphanocapsa* sp., *Limnothrix* sp.

*Chrysophyceae* (zlativky): *Dinobryon divergens*

*Bacillariophyceae* (rozsivky): *Achnanthes lanceolatum*, *Cymbella* sp., *Fragilaria capucina*, *Melosira varians*, *Navicula* sp., *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia fruticosa*, *Nitzschia* sp., *Synedra ulna*, *Tabellaria flocculosa*

*Cryptophyceae* (skrytěnky): *Cryptomonas* sp.

*Chlorophyta* (zelené řasy): *Desmodesmus communis*, *Monoraphidium* sp., *Oedogonium* sp., *Pediastrum tetras*

*Euglenophyceae* (krásnoočka): *Euglena* sp.

### Zooplankton

*Rotifera* (vířníci): *Brachionus calyciflorus*, *Cephalodella* sp.

*Cladocera* (perloočky): *Chydorus sphaericus*

*Copepoda* (klanonožci): *Cyclops strenuus*

Tabulka 9: Počet zjištěných druhů na lokalitách

Lokalita	Fytoplankton	Zooplankton
1	23	10
2	19	4

Tabulka 9 jasně uvádí, že lokalita 1 má mnohem bohatší výskyt fytoplanktonu i zooplanktonu. Metodika pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero uvádí, že díky množství biomasy fytoplanktonu lokalita 1 zaujímá nejhorší ekologickou třídu a lokalita 2 třídu střední.

## 6.2 Hodnocení ekotoxicity

Z odebraných vzorků byly také prováděny bakteriální bioluminiscenční testy toxicity bakteriemi druhu *Vibrio fischeri*.

Ekotoxicita je označována jako špatný vliv látky na přírodu, rovnováhu vodních ekosystémů, půd, ovzduší či sedimentů. V době současného působení více látek ekotoxicita narůstá. Právě tyto směsi látek se vyskytují stále ve větším množství a tím se stávají nebezpečnějšími. Jsou perzistentní, a čím déle působí, tím více je životní prostředí poškozováno. [53]

Testy k určení ekotoxicity jsou pro monitorování životního prostředí důležitou součástí. Probíhá vystavováním organismů na danou toxickou látku a jejich reakcemi. V dnešní době jsou používány především bakterie, sinice, řasy, mechy, hlodavci atd. Použití ekotoxického monitorování je důležité zejména proto, že je známo několik desítek milionů organických sloučenin, jež nejsou schopny, nebo jen obtížně, jiné metody účinně monitorovat. [54]

Ekotoxické testování má však své výhody i nevýhody. Jeho plus je, že probíhá rychle a poskytuje dostačující informace o vyhodnocovaných vzorcích. Není

schopen blíže specifikovat složení látky, ale vzhledem k tomu, že je tímto testem možno určit, zda se jedná či nejedná o látku toxickou, přesnější a nákladnější chemické analýzy určující jeho složení jsou prováděny až poté. Tímto způsobem je šetřen čas i peníze. [54]

Bakteriální bioluminiscenční test toxicity (BBTT):

Tento vysoce efektivní test je používán k určení akutní toxicity nejrozličnějších druhů látek zejména v Německu, Holandsku, atd. Délka trvání BBTT se liší dle druhu (jednotky až desítky minut). [55]

Jeho princip spočívá ve vlastnostech chování mořských světélkujících bakterií (*Vibrio fischeri*), které reagují na výskyt toxických látek v jejich blízkosti tím, že změní svou bioluminiscenci. Bakterie jsou před použitím pro test uchovávány v chladu v dehydrovaném stavu. Pro použití jsou zavodněny 2% roztokem NaCl a pracuje se s nimi jako s běžnými chemikáliemi. [55]

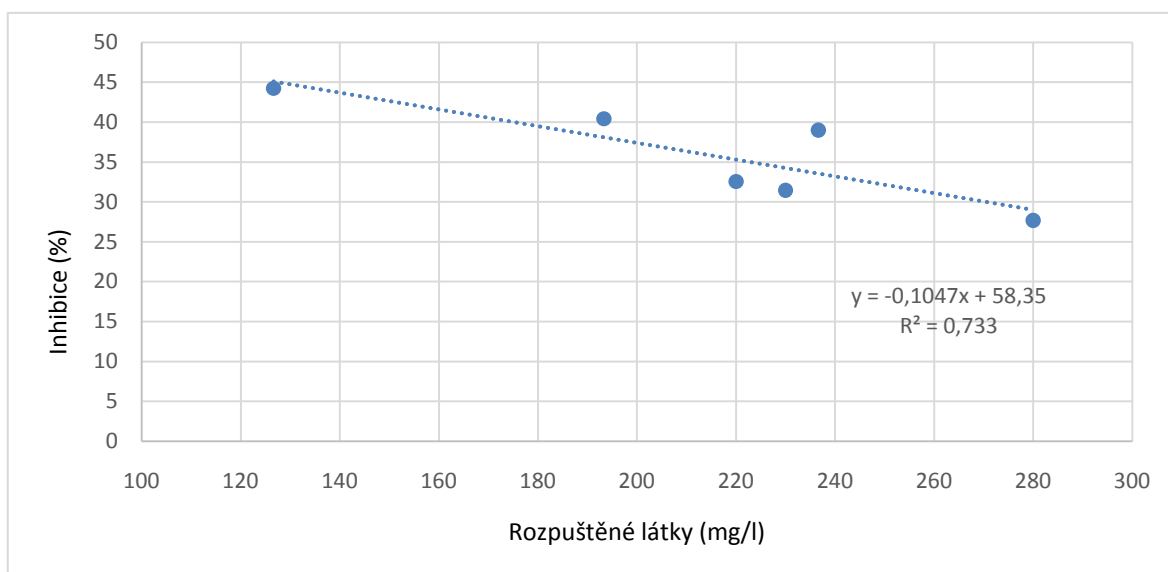
Přístroj, který je používán pro měření bioluminiscence se nazývá luminometr. Inkubace probíhá 5 – 30 min, při teplotě +15°C a následně je měřena bioluminiscence. S narůstajícím obsahem toxické látky bioluminiscence klesá. [55]

K faktorům, které mohou inhibici ovlivnit, se patří pH vzorku a rozpustnost toxické látky ve vodě. [54]

Tabulka 10: Inhibice *Vibrio fischeri*

Datum odběru	Lokalita	Inhibice ( %)
28.1.2015	1	41,45
	2	40,42
26.2.2015	1	44,23
	2	39,00
25.3.2015	1	27,68
	2	32,56
Průměrná hodnota	1	37,78
Průměrná hodnota	2	37,32





Graf 12: Závislost mezi koncentrací rozpuštěných látek a inhibicí *Vibrio fischeri*

Průměrná hodnota inhibice stanovená ze tří odběrů je na obou lokalitách stejná cca 37 %. Na lokalitě 1 se vyskytují vyšší obsahy rozpuštěných látek (průměr 264 mg/l a na lokalitě 2. je průměr 240 mg/l), které mohou ovlivňovat inhibici mořských řas. Z lineární regresní analýzy (Graf 12) vyplývá, že byla prokázána statisticky významná závislost mezi obsahem rozpuštěných látek a inhibicí (hodnota koeficientu korelace  $r = 0.85$ ) je vyšší než hodnota kritického koeficientu korelace při hladině významnosti 0.025. Inhibici ovlivňují především sírany ( $r = 0.84$ ), u chloridů nebyla prokázána statisticky významná závislost.

Podle vyhlášky č.294/2005 Sb. považujeme za optimální podmínky stav, kdy jsou hodnoty inhibice menší než 30 % (tato podmínka platí pro ostatní akvatické organismy), pro *Vibrio fischeri* tato hodnota v legislativě stanovena není.

Tabulka 11: Hodnocení ekologického potenciálu

	1. Na Nudli	2. Na Kulatém
Chemie	5	5
Biologie:	5	3
Ekotoxická	44,23%	40,42 %
Celkové hodnocení stavu	5	4

Ve výše uvedené tabulce jsou uvedeny výsledky, které odpovídají ukazateli s nejhorším zjištěným stupněm daného hodnocení ekologického potenciálu. Po celkovém srovnání parametrů dosahuje vodní nádrž Na Nudli zničeného

ekologického potenciálu a nádrž Na Kulatém potenciálu poškozeného. Ani jedna z nich však nedosahuje akceptovatelné kategorie, kterou je dobrý ekologický stav. Vzhledem k tomu by měla být správcem vodních nádrží, kterým je v současné době RACEK BOHUMÍN o. s., navržena řešení k nápravě tohoto stavu a snížení koncentrace překročených parametrů.

## ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zpracovávána pro zhodnocení ekologického stavu vodních nádrží Na Nudli a Na Kulatém v lokalitě Gliňoč ve Skřečoni. V druhé až páté kapitole byly definovány způsoby, jakými se informace o vodních útvarech získávají a jejich další hodnocení. Část druhé kapitoly poté byla celá věnována výsledkům z provedených monitorovacích prací v Povodí Odry.

Z dat, která mi byla poskytnuta z laboratoří IGI, VŠB – TU Ostrava a Mgr. Danielelem Vařechou (Povodí Odry Ostrava), byly provedeny srovnání s třídami pro hodnocení jakosti vod v jezerech pro EU.

Jelikož sledování parametrů nebylo provedeno po minimální dobu, která je dána Metodikou pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero, která byla zpracována na základě Rámcové směrnice vodní politiky (2000/60/ES) a činí období 3 let, a také v měsících, kdy by mělo být uskutečněno (duben-říjen), má provedené hodnocení pouze informativní charakter.

Předběžně je na základě chemických analýz možno říci, že z naměřených hodnot celkového fosforu se jedná o vody eutrofní. Další parametry se řadí do skupin, které jsou vyhovující, některé naopak velmi nevyhovující. Celkový ekologický potenciál byl ohodnocen na lokalitě 1 jako zničený ekologický potenciál, lokalita 2 poté potenciál poškozený. Ani jedna z nich po celkovém porovnání parametrů tedy není vyhovující a nesplňuje kritéria pro kategorii dobrého ekologického potenciálu.

Při zjišťování informací jsem získala nové poznatky o typech monitorovacích prací pro vodní útvary a způsobech jejich hodnocení.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOLOMAZNÍK, Vladimír. EKOAKUANATURE. In: Projekt Ekoakvanature pro vodní plochy na Gliňoči , 8 s. [online]. 2012 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://racekbohumin.webnode.cz/news/ekoakvanature/>
- [2] Parcela st. 1304 v KÚ Skřečoň. [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://regiony.kurzy.cz/~nr/kn/p1113452803/>
- [3] KOLOMAZNÍK, Vladimír. EKOAKUANATURE. In: Projekt Ekoakvanature pro vodní plochy na Gliňoči , 11 s.
- [4] Parcela st. 1306 v KÚ Skřečoň. [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://regiony.kurzy.cz/~nr/kn/p1113454803/>
- [5] Oblast povodí řeky Odry. [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/hydrografie/oblast-povodi-reky-odry/>
- [6] Rajon. [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/rebilance/rajony/rajon1510>
- [7] FUKSA, Josef K. a kol. Rámcová směrnice jako nástroj. In: [online]. 2010 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <https://web.natur.cuni.cz/ecology/vyuka/tekouci-vody/13%20Ramcova%20smernice%20jako%20nastroj%20Fuksa.pdf>
- [8] Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod Příl.9
- [9] Plán oblasti Povodí Odry. [online]. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/c-stav/c-2.htm>
- [10] NÁRODNÍ PLÁN POVODÍ ODRY: NÁVRH zpracovaný podle ustanovení § 25 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: [online]. Ministerstvo zemědělství, 2014 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/352968/Kapitola\\_III.\\_Monitoring\\_a\\_hodnoceni\\_stavu\\_\\_\\_textova\\_cast.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/352968/Kapitola_III._Monitoring_a_hodnoceni_stavu___textova_cast.pdf)

- [11] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, §21. In: Sbírka zákonů. 28. 06. 2001.
- [12] Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod, §5
- [13] BULÁNKOVÁ, E. Makrozoobentosrôznychtypov stojatých vôd. Dostupné z: [http://staryweb.fns.uniba.sk/fileadmin/user\\_upload/editors/biol/kek/dokumenty/Pre\\_studentov/Banska\\_Stiavnica/Makrozoobentos\\_\\_VN-anotacia.doc](http://staryweb.fns.uniba.sk/fileadmin/user_upload/editors/biol/kek/dokumenty/Pre_studentov/Banska_Stiavnica/Makrozoobentos__VN-anotacia.doc)
- [14] Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod Příl.6
- [15] Ukazatele dobrého/nevyhovujícího stavu. [online]. [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: [http://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/c-stav/c-1.html#tc\\_1\\_2](http://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/c-stav/c-1.html#tc_1_2)
- [16] LÁGNER, Antonín. Koloběh vody v přírodě. [online]. 18. dubna 2005 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=333>
- [17] Dělení stojaté vody. [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/leniticky\\_system/stojate\\_vody.htm](http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/leniticky_system/stojate_vody.htm)
- [18] Biotopy stojatých vod. [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/leniticky\\_system/biotopy\\_stojatych\\_vod.htm](http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/leniticky_system/biotopy_stojatych_vod.htm)
- [19] HAVLÍK, Aleš. Nádrže a přehrady. In: [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: [http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke\\_stazeni/Nadrze\\_prehrady.pdf](http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Nadrze_prehrady.pdf)
- [20] Vliv člověka. In: [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://www.rybarstvi.eu/dok%20rybari/ekologie/vlivclovekall.pdf>

- [21] NEDBALOVÁ, Linda, NÝVLT Daniel a ELSTER Josef. Jezera ostrova Jamese Rosse. [online]. Vesmír 91, 432, 2012/7 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/jezera-ostrova-jamese-rosse>
- [22] PÉREZ G.L., LAGOMARSINO L., ZAGARESE H.E. (2013): Optical properties of highly turbid shallow lakes with contrasting turbidity origins: The ecological and water management implications. Journal of Environmental Management. 130, 207-220
- [23] PITTER, Pavel. Hydrochemie. 4. aktualiz. vyd. Praha: VŠCHT, 2009, viii, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
- [24] Chlor. [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.prvky.com/17.html>
- [25] Fosfor. [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.prvky.com/15.html>
- [26] Dusík. [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.prvky.com/7.html>
- [27] Celkový dusík. [online]. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/node/19>
- [28] Síra. [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.prvky.com/16.html>
- [29] Borovec J., Hejzlar J., Znachor P., Čtvrtlíková M., Blabolil P., Říha M., Matěna J., Kubečka J. (2014): Metodika pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero – návrh. Vodárenská biologie 2014, Ekomonitor, s.r.o. Chrudim, ISBN: 978-80-86832-78-4
- [30] Stav a ochrana vodních útvarů. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/c-stav/c-n.html>
- [31] Vodní organismy a jejich formy. In: [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: [http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Toky/Predmety/VTO/ke\\_stazeni/ostatni/VodniOrganismy.pdf](http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Toky/Predmety/VTO/ke_stazeni/ostatni/VodniOrganismy.pdf)
- [32] Biotopy. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/loticky\\_system/biotopy.htm](http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/loticky_system/biotopy.htm)
- [33] TOKIĆ, Jasmin. Ichtyologická charakteristika povodí řeky Svratky nad vodárenskou přehradní nádrží Vír. Brno, 2011. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně.

- [34] DURAS J. (2008): Ekologický potenciál vodních nádrží a jeho vztah k vodárenské praxi. Sb. Pitná voda 2008, W&ET Ten, České Budějovice, ISBN 978-80-254-2034-8. 41-46
- [35] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci, § 7
- [36] MOE J., SOLHEIM A.L., SOSZKA H., GOŁUB M., HUTOROWICZ A., KOLADA A., PICINSKA-FAŁTYNOWICZ J., BIAŁOKOZ W. (2015): Integrated assessment of ecological status and misclassification of lakes: The role of uncertainty and index combination rules. *Ecological Indicators*. 48, 605–615.
- [37] HEISKANEN A.S., van de BUND W., CARDOSO A.C., NÓGES P. (2004): Towards good ecological status of surface waters in Europe – interpretation and harmonisation of the concept. *Water Sci Technol*. 49 (7), 169-77.
- [38] DAGMAR, Fedáková a BENEŠ, Jaroslav. Od hodnocení rizikovosti k hodnocení stavu povrchových vod. In: [online]. 2006 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: [https://www.ufz.de/export/data/1/20380\\_1210\\_BI3\\_19\\_Fedakova.pdf](https://www.ufz.de/export/data/1/20380_1210_BI3_19_Fedakova.pdf)
- [39] BOROVEC, Jakub a kol. Metodika hodnocení EP silně ovlivněných a umělých vodních útvarů - kategorie jezero. In: [online]. Praha, 2014 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: [http://archiv.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/prezentace/04\\_borovec.pdf](http://archiv.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/prezentace/04_borovec.pdf)
- [40] Method statement for the classification of surface water bodies, V3. Monitoring Strategy. Water Framework Directive, Environment Agency, LIT 5769
- [41] KOZLOVÁ, Marie. METODIKA STANOVENÍ PRAHOVÝCH HODNOT PRO PODZEMNÍ VODU V INTERAKCI S POVRCHOVOU VODOU. In: [online]. Praha, 2011 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: [http://www.geology.cz/vav-hydrocr50/vysledky-projektu/Metodika\\_prahove\\_hodnoty.pdf](http://www.geology.cz/vav-hydrocr50/vysledky-projektu/Metodika_prahove_hodnoty.pdf)
- [42] PASTTLALENIEC A., PONIEWOZIK M. (2010): Phytoplankton based assessment of the ecological status of four shallow lakes (Eastern Poland) according to Water Framework Directive – a comparison of approaches. *Limnologica*. 40, 251–259

- [43] KRÁSA, Josef. Hodnocení ohroženosti vodních nádrží sedimentem a eutrofizací podmíněnou erozí zemědělské půdy [online]. Vyd. 1. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 2013, 55 s. [cit. 2015-04-21]. ISBN 978-80-01-05428-4.
- [44] Naučná stezka [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: [http://www.toulcuvdvur.cz/stezkazp/p6\\_eutrofizace.html](http://www.toulcuvdvur.cz/stezkazp/p6_eutrofizace.html)
- [45] Mokřady [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.mokrady.wbs.cz/Hloubka-a-uroven-vodni-hladiny.html>
- [46] Acidifikace [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: [http://hg10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/cviceni/cviceni\\_loticky/acidifikace.htm](http://hg10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/cviceni/cviceni_loticky/acidifikace.htm)
- [47] LANGHAMMER, Jakub. Kvalita povrchových vod a jejich ochrana. Praha: Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, 2002.
- [48] Ochrana povrchových vod v Evropě. [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.registrpovinnosti.com/df23h54/voda/registrlegislativy/ochrpovrchvodv-evrope.htm>
- [49] Kvalita vody. [online]. [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/odborna-verejnost/kvalita-vody/>
- [50] ŠKROBÁNKOVÁ, Hana. Organické látky ve vodách: Technologie vody II - Čištění odpadních vod. 2013, 8 s.
- [51] Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod Příl.2
- [52] JORGENSEN, S.E., LOFFLER Heinz, RAST Walter a STASKRABA Milan. Lake and Reservoir Management [online]. 2005 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=pcJoaA85A48C&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbg\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q=isbn&f=false](https://books.google.cz/books?id=pcJoaA85A48C&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbg_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=isbn&f=false)
- [53] Ekotoxická. [online]. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: [http://www.toulcuvdvur.cz/stezkazp/p8\\_ekotoxicka.html](http://www.toulcuvdvur.cz/stezkazp/p8_ekotoxicka.html)



[54] DVOŘÁK, Vladimír. Porovnání ekotoxikologických a mikrobiologických testů při hodnocení zátěže půdy. Praha, 2009. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

[55] Bakteriální bioluminiscenční test toxicity. [online]. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: [www.toxicita.cz/biotesty/bakterialni-biolumi](http://www.toxicita.cz/biotesty/bakterialni-biolumi)

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Mapa hodnoceného území .....	3
Obrázek 2: Schéma pro hodnocení ekologického stavu vodního útvaru [38].....	20
Obrázek 3: Schéma pro hodnocení ekologického potenciálu vodního útvaru [39]	21

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Sledované ukazatele pro situační a provozní monitoring [9] .....	9
Tabulka 2: Dobrý a nevyhovující stav (D/S) dle makrozoobentosu a chlorofylu ve fytoplanktonu [15] .....	11
Tabulka 3: Vyhodnocení ekologického stavu (Povodí Odry) [9] .....	11
Tabulka 4: Charakteristiky typů vodních útvarů [29] .....	16
Tabulka 5: Metriky a ekologické třídy pro makrofyta [29] .....	18
Tabulka 6: Rozdělení EQR po 25 % [29] .....	19
Tabulka 7: Průměrné koncentrace na lokalitách .....	35
Tabulka 8: Třídy jakosti pro hodnocení kvality vod jezer [52] .....	35
Tabulka 9: Počet zjištěných druhů na lokalitách .....	38
Tabulka 10: Inhibice <i>Vibrio fischeri</i> .....	39
Tabulka 11: Hodnocení ekologického potenciálu .....	40

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Změny BSK <sub>5</sub> v čase .....	28
Graf 2: Změny koncentrace CHSK v čase .....	29
Graf 3: Změny koncentrace rozpuštěných látek v čase .....	29
Graf 4: Změny koncentrace nerozpustných látek v čase .....	30
Graf 5: Změny koncentrace zákalu .....	30
Graf 6: Změny koncentrace chloridů .....	31
Graf 7: Časový vývoj poměru BSK/CHSK v jednotlivých měsících .....	31
Graf 8: Závislost mezi obsahem N <sub>celk</sub> a P <sub>celk</sub> pro obě lokality .....	32
Graf 9: Srovnání koncentrací N-NO <sub>3</sub> a N-NH <sub>4</sub> na lokalitě č. 1 .....	32
Graf 10: Srovnání koncentrací N-NO <sub>3</sub> a N-NH <sub>4</sub> na lokalitě č. 2 .....	33
Graf 11: Koncentrace N-NH <sub>4</sub> .....	34
Graf 13: Závislost mezi koncentrací rozpuštěných látek a inhibicí <i>Vibrio fischeri</i> ..	40

Příloha 1: Limitní hodnoty pro fyzikálně chemické složky [9]

SLOŽKA KVALITY	UKAZATEL (charakteristická hodnota)	JEDNOTKA	HRANICE STAVU	Skupina typů vodních útvarů							
				A	B	C	D	E	F	G	H
Tepelné poměry	teplota vody (maximum)	°C	VD/D	15	18	18	22	22	22	25	25
			D/S	21,5	25	25	25	25	25	28	28
Kyslíkové poměry	BSK <sub>5</sub> (medián)	mg.l <sup>-1</sup>	VD/D	1,2	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	3,5
			D/S	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,8	3,8
Salinita	rozpuštěný O <sub>2</sub> (medián)	mg.l <sup>-1</sup>	VD/D	11	11	11	10	10	10	10	10
			D/S	9	8	8	8	8	8	8	8
Salinita	chloridy <sup>a1</sup> (medián)	mg.l <sup>-1</sup>	VD/D	15	20	25	30	30	30	30	40
			D/S	100	100	100	130	130	130	150	150
Acidobasický stav	síraný <sup>a1</sup> (medián)	mg.l <sup>-1</sup>	VD/D	20	25	30	40	50	50	70	70
			D/S	150	150	150	180	180	180	200	200
Živinné podmínky	pH (rozsah hodnot)		VD/D	6,5-7,5	6,5-7,5	7,5-8,5	7 - 8	7,5-8,5	7,5-8,5	7,5-8,5	7,5-8,5
			D/S	5,5 - 9	5,5 - 9	5,5 - 9	5,5 - 9	5,5 - 9	5,5 - 9	5,5 - 9	5,5 - 9
Živinné podmínky	P <sub>celk</sub> (medián)	mg.l <sup>-1</sup>	VD/D	0,03	0,03	0,05	0,05	0,1	0,1	0,15	0,15
			D/S	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Živinné podmínky	NO <sub>3</sub> -N (maximum)	mg.l <sup>-1</sup>	VD/D	1,6	2,3	2,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
			D/S	3,4	4	4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5